

LA LUTTE CONTRE LA DÉSSERTIFICATION

Ressources en eau douce et réhabilitation des terres dégradées dans les zones arides

Actes du séminaire

international

30 octobre au

**N'DJAMENA
TCHAD**

4 novembre 2000



**SÉMINAIRE INTERNATIONAL
SUR LA LUTTE CONTRE
LA DÉSERTIFICATION**

N'DJAMENA, CHAD

30 Octobre au 4 Novembre 2000

actes du séminaire

La conférence a été organisée par :



Organisation des Nations Unies pour
l'Éducation, la Science et la Culture (UNESCO)



Organisation Islamique pour l'Éducation, les
Sciences et la Culture (ISESCO)



l'Institut de l'Énergie et de l'Environnement de la
Francophonie (IEPF)

Avec le soutien de :



Convention des Nations Unies sur la lutte contre
la désertification (UNCCD)



UNESCO Man and the Biosphere
Programme (MAB)



Programme hydrologique international (PHI)
de l'UNESCO



Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS)

SÉMINAIRE INTERNATIONAL
SUR LA LUTTE CONTRE
LA DÉSERTIFICATION

**Ressources en eau douce et réhabilitation des terres
dégradées dans les zones arides**

N'DJAMENA, CHAD

30 octobre au 4 novembre 2000

actes du séminaire

Édition : Amélie Dupuy, Cathy Lee, Thomas Schaaf

Directrice de la publication : Samantha Wauchope



Organisation des Nations Unies pour
l'Éducation, la Science et la Culture (UNESCO)

Les auteurs sont responsables du choix et de la présentation des faits figurant dans cet ouvrage, ainsi que des opinions qui y sont exprimées, lesquelles ne sont pas nécessairement celles de l'UNESCO ni d'aucune des institutions du système des Nations Unies. Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent, de la part du secrétariat de l'UNESCO, aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

MAB-UNESCO Zones arides No. 1
Actes du séminaire
Séminaire international sur la lutte contre la désertification :
ressources en eau douce et réhabilitation des terres dégradées dans les zones arides
à N'Djamena, Chad, 30 octobre au 4 novembre 2000

1^{ère} édition 2002
UNESCO,
Division des Sciences Ecologiques,
1, rue Miollis
75352 Paris 07 SP, France
Fax: (33-1) 45 68 58 04
<http://www.unesco.org/mab>

© 2002 Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture (UNESCO), Paris
Édition : Amélie Dupuy, Cathy Lee, Thomas Schaaf
Directrice de la publication : Samantha Wauchope
Maquette et mise en page par [fuschia](http://www.fuschia.com) Publishing, Paris

Tous droits réservés. Aucune partie de cet ouvrage ne peut être reproduite, emmagasinée dans un système mémoire, ou transmise sous quelque forme que ce soit, ou par un quelconque procédé, électronique, mécanique, de reprographie, d'enregistrement ou autre, sans l'autorisation écrite de l'éditeur. Les demandes d'autorisation doivent être adressées à UNESCO, Division des Sciences Ecologiques, 1, rue Miollis 75352 Paris 07 SP, France

Sommaire

Préface

vii

par Walter Erdelen, Sous-directeur général pour les Sciences exactes et naturelles, UNESCO
et Mohamed Hashem Falougi, Directeur général adjoint, ISESCO

Discours d'ouverture

Discours d'ouverture par M. Ahmed Cissoko, Secrétariat de la Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD)	1
Discours d'ouverture par Abdin M.A. Salih, secrétaire adjoint, Programme hydrologique international (PHI) de l'UNESCO	4
Discours d'ouverture par Thomas Schaaf, spécialiste du Programme sur l'Homme et la Biosphère (MAB) à la Division des Sciences Ecologiques de l'UNESCO	6
Discours d'ouverture par Discours d'ouverture par Donghol Diallo, représentant de l'Organisation Islamique pour l'Education, les Sciences et la Culture (ISESCO)	7
Discours d'ouverture par Youssef Brahimi, représentant de l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS)	9

Session I: Les ressources en eau douce et la désertification

1. Discours-programme : Causes et conséquences de la désertification sur la gestion des ressources en eau dans les zones arides, <i>Siddig E. Ahmed, professeur, chaire de l'UNESCO, Khartoum, Soudan</i>	11
2. Collecte des eaux de surface en Afrique de l'Ouest et du Centre, <i>Sourakata Bangoura</i>	20
3. Techniques de recueil et de répartition de l'eau dans les zones arides du Soudan, <i>Yousif Yagoub Mohamed</i>	27
4. Développement d'un modèle de collecte des eaux de pluie pour réhabiliter les déserts : étude de cas du Cholistan, au Pakistan, <i>A.D. Khan et Zulfiqar</i>	29
5. Problématique de l'avancée de la langue salée au Sénégal : aperçu sur la lutte contre les pertes en terres dans les zones côtières de la Casamance, <i>Gora Ndiaye</i>	33
6. Gestion des ressources en eau en Côte d'Ivoire, <i>Lanciné Coulibaly</i>	39

Session II: La dégradation et la réhabilitation des terres arides

7. Discours-programme : Réhabilitation des écosystèmes arides dégradés : nécessité du recours à du matériel végétal adapté, <i>Édouard Le Floc'h, CEFEC/CNRS</i>	42
8. La dégradation des terres et la réhabilitation des régions arides dans les réserves de biosphère du programme MAB de l'UNESCO, <i>Thomas Schaaf</i>	51
9. Gestion des ressources et réhabilitation d'un écosystème dégradé : la réserve de biosphère d'Amboseli, au Kenya, <i>Joseph M. Masunga</i>	56

10. La Convention du patrimoine mondial : protection des sites dans les zones arides, <i>Elom Agudze</i>	58
11. L'utilisation des roches volcaniques comme paillis pour réduire le stress hydrique et augmenter la productivité des sols dans les zones arides, <i>Pr I.M. Dwairi</i>	61
12. La dégradation des terres et leur réhabilitation dans les zones arides du Bénin, <i>Jules Gontran Capo-Chichi</i>	65
13. La dégradation et la réhabilitation des terres arides : l'expérience du Nigeria, <i>B. Hassan</i>	71
14. La dégradation des terres et leur réhabilitation dans les zones arides du Mali, <i>Hamacoun Oumarou Dramé</i>	78
15. Communication sur la forêt du Day, <i>Youssouf Daher Robleh</i>	81
Session III: Repères et indicateurs de la désertification	
16. Discours-programme : Suivi-évaluation et indicateurs d'impact des programmes d'action de lutte contre la désertification : expérience de l'OSS, <i>Youssef Brahimi, conseiller OSS (Observatoire du Sahara et du Sahel)</i>	84
17. État des connaissances des aquifères des grands bassins sédimentaires au sud du Sahara : approche stratégique, <i>Bassirou Diagana</i>	90
18. Impact de la sécheresse sur la disponibilité des ressources en eau pour l'alimentation humaine : cas du nord-est de la Côte d'Ivoire, <i>Kouadio Gbandama</i>	94
19. Bilan de l'état de la préparation à la sécheresse et à l'atténuation de ses effets en Guinée-Bissau, <i>Kaoussou Diombéra</i>	98
20. Programme d'action sous-régional de lutte contre la désertification en Afrique de l'Ouest et au Tchad, <i>Bertrand Zida</i>	104
Session IV. La désertification au Tchad	
21. L'éducation environnementale comme instrument de lutte contre la désertification pour un développement durable dans le bassin du lac Tchad : cas du CREFELD, un centre environnemental régional associé à l'UNESCO, <i>Adoum Ngaba Waye</i>	107
22. Les expériences du Tchad en matière de lutte contre la désertification, <i>Moctar Diphane</i>	110
23. La désertification au Tchad : cas des dégâts de l'érosion éolienne dans la région de Bokoro, <i>Bouré Ouéyé Gaouna</i>	115
Recommandations du séminaire	119
Liste des participants	122
Liste des acronymes	126

Préface

On estime que la désertification touche environ un sixième de la population mondiale et soixante-dix pour cent de l'ensemble des zones arides, soit 3,6 billion d'hectares, c'est-à-dire un quart de la surface terrestre. Selon la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD), la désertification se définit comme une dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches due à divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines. La réduction, voire la perte de productivité biologique ou économique des cultures pluviales, des terres irriguées, des plaines, des pâturages ou des surfaces boisées dans ces zones climatiques entraîne une sévère dégradation de la terre, qui se manifeste notamment par son érosion, la détérioration de ses propriétés physique, chimique, biologique et économique et, à long terme, la perte de la végétation naturelle. Afin de réduire la pauvreté – à la fois cause et conséquence de la dégradation de l'environnement – dans les zones touchées par la désertification, l'Action 21, créée au Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED) de 1992 à Rio de Janeiro, préconise des efforts soutenus pour réhabiliter les terres dégradées et assurer des ressources d'eau douce suffisantes pour subvenir aux besoins humains, animaux et agricoles.

Les contributions publiées ici proviennent d'un séminaire international sur la désertification qui s'est tenu à N'Djamena (Tchad) du 30 octobre au 4 novembre 2000. Plus de cinquante scientifiques issus de quatorze pays et des organisations internationales représentant les différentes disciplines scientifiques ont participé à cet important événement. Les intervenants ont plus particulièrement abordé la question de la désertification à travers les aspects de la réhabilitation des terres arides dégradées et de la conservation et la gestion durable des ressources en eau dans les zones arides. Les débats comportent ainsi une série d'études de cas d'Afrique et d'Asie qui apportent non seulement des éclaircissements sur des problèmes spécifiques rencontrés dans ces zones, mais également des solutions pouvant s'adapter à des cas semblables dans d'autres régions du monde touchées par la désertification. D'ailleurs, sont également présentés les travaux de diverses organisations internationales œuvrant dans le domaine de la lutte contre la désertification : l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), le Programme sur l'homme et la biosphère (MAB), le Programme hydrologique international (PHI), le Centre du patrimoine mondial de l'UNESCO et les secrétariats de l'UNCCD, de l'ISESCO, de l'OSS et du CILSS.

L'UNESCO et l'ISESCO, principaux organisateurs du séminaire, estiment que la science et ses applications sont actuellement indispensables pour combattre efficacement la désertification. La science peut en effet nous aider à découvrir les solutions aux problèmes environnementaux et économiques des terres marginales du monde, solutions qui doivent être soutenues par des mesures gouvernementales, en particulier d'éducation appropriée et de programmes de recherche aux niveaux national et régional.

Nous sommes reconnaissants envers toutes les autres agences et organisations qui ont contribué à rendre ce séminaire possible et, en particulier, nous voudrions remercier le gouvernement du Tchad pour avoir accueilli cet événement dans sa capitale.

W. Erdelen
Sous-directeur général pour les Sciences exactes et naturelles
UNESCO

Mohamed Hashem Falougi
Directeur général adjoint
ISESCO



La Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD)

Discours d'ouverture par M. Ahmed Cissoko, Secrétaire de la UNCCD

Je voudrais, au nom du Secrétaire exécutif de la Convention et en mon nom propre, adresser mes sincères remerciements et ma profonde gratitude aux autorités du Tchad et aux organisateurs pour leur invitation à participer à ce séminaire international sur la lutte contre la désertification relatif aux ressources en eau douce et à la réhabilitation des terres dégradées dans les zones arides.

Voici très succinctement quelques traits saillants de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD) dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique.

La Convention fixe le cadre international dans lequel se structure la lutte contre la désertification. Elle apparaît plus précisément comme un cadre juridique novateur pour la promotion du développement durable dans les écosystèmes fragiles. Elle détermine le moyen d'améliorer le rôle des collectivités locales, de l'État et des organisations internationales, régionales, sous-régionales et non gouvernementales. Elle apparaît, à cet effet, comme un outil privilégié pour lutter contre la pauvreté et valoriser les ressources locales.

La désertification est présente dans la plupart des régions arides, semi-arides et subhumides sèches dans le monde, aussi bien dans les pays développés que dans les pays en voie de développement. Elle touche plus d'un milliard d'êtres humains. Son incidence, quoique variant sensiblement d'une région à une autre, se traduit entre autres par une perte de la productivité des sols, de la diversité biologique et aussi par une altération des eaux et des régimes pluviométriques, ce qui induit, notamment dans les régions rurales, un accroissement de la pauvreté, une dégradation de la qualité de vie et une accélération des phénomènes de migration.

Au moment où je m'exprime, 169 pays et la Communauté européenne ont ratifié la Convention et ce, dans un laps de temps finalement très court depuis son entrée en vigueur le 26 décembre 1996. Cela reflète, je crois, une extraordinaire manifestation de la volonté politique forte qui anime ces pays. Nous formulons

l'espoir que les pays qui n'ont pas encore déposé leur instrument de ratification le feront dans les meilleurs délais.

Il convient d'ajouter que, bien souvent, la ratification intervient après un large débat initié depuis les séminaires publics d'information et de sensibilisation, jusque sur les bancs des Assemblées parlementaires.

D'aucuns verraient dans cette volonté politique la traduction d'un mandat clair que nous avons tous désormais la responsabilité d'exécuter.

Dans de nombreux pays, des mesures institutionnelles et législatives importantes ont été prises, les responsables chargés du suivi de la CCD ont été désignés, les acteurs pertinents ont été identifiés et mis à contribution. Dans maints pays, nous avons été témoins d'une franche collaboration engagée entre différentes catégories d'acteurs dans l'esprit d'un véritable processus participatif.

De même, les politiques du passé en matière de lutte contre la désertification ont commencé à être l'objet d'une relecture critique, et là où cela est nécessaire, des réorientations sont entreprises ou envisagées en vue d'une meilleure internationalisation des plans et projets existants, donc de leur adéquation avec les programmes en cours d'élaboration. À ce jour, trente-quatre pays ont élaboré leur Programme d'action national (PAN). En Afrique, dix-sept PAN ont été élaborés et validés.

Nous attendons beaucoup de cette Convention. Elle est une approche novatrice de la problématique du développement. L'espoir qu'elle véhicule prend sa source à la fois dans l'effort de reconquête de la principale source de richesse qu'est la terre, mais également dans l'ambitieux défi qui consiste à faire travailler ensemble tous les acteurs concernés. Notre responsabilité commune est de le poursuivre. Chacun ici a le devoir moral de repousser dans la mesure de ses moyens un tant soit peu les limites de la désertification.

Les pays-parties touchés attendent que la communauté internationale confirme sans ambiguïté qu'elle est toujours résolue à combattre la désertification et, par conséquent, à soutenir ce milliard d'individus dans son

effort pour recouvrer des conditions de vie décentes en mettant à la disposition des programmes les ressources financières et l'assistance technique prévues pour la mise en œuvre de la CCD.

Cette Convention ne vise pas uniquement une reconquête de la fertilité des terres, même s'il s'agit déjà d'un objectif très ambitieux. Les orientations préconisées dans ce traité contribuent à asseoir les bases d'une véritable politique de développement durable.

L'heure est donc à la mobilisation pour réhabiliter des terres dégradées, restaurer des zones de parcours, faciliter l'exhaure et la disponibilité de l'eau, faire reverdir des espaces jadis boisés, imaginer et mettre en place de nouveaux procédés qui tirent avantage des connaissances scientifiques et techniques existantes.

L'eau est une des plus importantes ressources naturelles dans notre monde. Elle exerce une influence importante sur l'économie des nations. Elle est indispensable à toutes les activités humaines et à la vie. Depuis le début de ces vingt dernières années, la pression croissante sur l'eau à cause des demandes industrielles, agricoles, domestiques et la croissance démographique préoccupent la communauté internationale.

Cette crise qui se pointe déjà à l'horizon interpelle les gouvernements et la société civile dans la recherche de solutions pour palier à la pénurie, à la pollution de l'eau, assurer l'approvisionnement en eau douce et éviter les tensions entre les États se partageant les mêmes sources d'eau.

On estime qu'en 1995, le tiers de la population mondiale vivait dans les pays où l'eau était soumise à des contraintes modérées à fortes et que cette population atteindra les deux tiers d'ici l'an 2015, surtout dans les pays en développement où les ajustements requis pour équilibrer l'offre et la demande auront de fortes répercussions socio-économiques.

Vingt pour cent des habitants de la planète n'ont pas accès à une eau salubre et 50 % ne possèdent pas de moyens d'assainissement convenables. La contamination de l'eau, la pollution, l'inexistence d'installations

d'épuration appropriées et le manque d'eau pour l'hygiène personnelle provoquent chaque année des pertes de vies humaines.

Le pronostic est peut-être sombre, mais la crise n'est pas inévitable. Des politiques rationnelles peuvent inverser les tendances. En effet, il est possible d'équilibrer l'offre et la demande en axant les efforts sur la conservation et sur une utilisation plus efficace de l'eau, il est possible aussi d'améliorer les affectations de l'eau et des sols et, enfin, de restreindre la pollution et de protéger l'environnement.

Je voudrais ici souligner que la gestion des ressources en eau est un exercice très délicat et complexe. Elle a connu de nombreux échecs parce que l'on n'a pas toujours tenu compte de son intégration dans une approche globale du développement économique des régions arides.

Tout au long du cycle de l'utilisation de l'eau, la gestion rationnelle de l'eau pose de nombreux problèmes complexes, d'ordre technique et socio-économique, mais les questions techniques peuvent rapidement trouver des solutions en y consacrant des moyens adéquats, tandis que les problèmes socio-économiques sont plus difficiles à résoudre.

Nombre de nouvelles techniques ou technologies, qui semblent bien adaptées pour résoudre un problème physique ou biologique d'utilisation de l'eau, n'ont pu être mises en œuvre de façon durable parce qu'elles n'étaient pas adaptées au contexte socio-économique où elles devaient s'insérer. Par ailleurs, certaines techniques efficaces basées sur les connaissances et pratiques traditionnelles ont été abandonnées parce que les systèmes de production qui les avaient générées ont été déstabilisés et ne permettent plus la pérennité des modes de gestion sur lesquels se basaient ces techniques.

La Convention souligne donc l'importance des activités de recherche qui sauvegardent, intègrent et valorisent les connaissances, pratiques et savoir-faire locaux et traditionnels et en confirment la validité en s'assurant, conformément à la législation et/ou à la politique nationale, que les détenteurs de ces connaissances ti-

rent directement profit, de façon équitable et selon des modalités arrêtées d'un commun accord, de toute exploitation commerciale qui pourrait en être faite ou de tout progrès technologique qui pourrait en découler. Ces connaissances et pratiques locales et traditionnelles ont été largement utilisées par le passé dans la gestion des ressources en eau et la conservation et la réhabilitation des terres.

La prise de connaissance grandissante des problèmes que l'eau soulève à l'échelle mondiale a amené les institutions des Nations Unies et d'autres organismes d'appui extérieur à instaurer des partenariats. Le Système mondial d'observation du cycle hydrologique (WHYCOS) a été lancé récemment par la Banque mondiale, l'Union européenne, l'Organisation météorologique mondiale et d'autres donateurs, dans le but d'accroître le nombre de données hydrologiques d'utilisation immédiate disponibles à des fins opérationnelles. D'autres initiatives relatives à la ressource en eau sont aussi lancées par l'UNESCO et d'autres institutions internationales. À l'échelle de l'Afrique, dans le cadre des activités de la CCD, un réseau pour la gestion intégrée des bassins fluviaux, lacustres et hydrogéologiques a été lancé dans le contexte du Programme d'action régional de lutte contre la désertification.

Dans la mise en œuvre de la CCD, le Comité des sciences et des technologies, organe subsidiaire de la Conférence des parties, a entrepris de nombreuses activités qui, indirectement, contribuent à la gestion durable des ressources naturelles, y compris de l'eau. Ces activités sont les connaissances traditionnelles, les repères et indicateurs, le recensement et l'évaluation des réseaux existants et les systèmes d'alerte précoce.

Par l'intermédiaire de groupes spéciaux ou d'organisations internationales, des unités facilitent, au sein du Secrétariat de la CCD et à la demande des parties, le développement des programmes thématiques. C'est ainsi qu'en Afrique sont lancés ou en cours de lancement des programmes sur les thèmes suivants :

- Surveillance écologique, cartographie des ressources naturelles, télédétection et systèmes d'alerte précoce (SAP) ;
- Agroforesterie et conservation des sols ;
- Gestion rationnelle des parcours et développement des cultures fourragères ;
- Gestion intégrée des cours d'eau internationaux, des lacs et des bassins hydrogéologiques ;
- Énergies renouvelables et écotecnologies ;
- Systèmes de production agricole durables.

Les sujets à l'ordre du jour, relatifs aux ressources en eau et à la réhabilitation des terres dégradées dans les zones arides que nous examinerons durant ces quatre jours, sont importants dans la mise en œuvre de la Convention sur la lutte contre la désertification. Ce séminaire permettra, je l'espère, l'établissement des collaborations et du renforcement des synergies entre les différents partenaires travaillant dans ce domaine.

Programme hydrologique international (PHI) de l'UNESCO

Discours d'ouverture par Abdin M.A. Salih, secrétaire adjoint, PHI

Je suis heureux de m'adresser à vous ce matin, au nom de M. Koichiro Matsuura, Directeur général de l'UNESCO, qui vous transmet à tous ses meilleures pensées et vous assure du support de l'UNESCO pour la réalisation d'une liste de recommandations à l'issue de ce « Séminaire international sur la lutte contre la désertification : ressources en eau douce et réhabilitation des terres dégradées dans les zones arides. »

Il va de soi que le thème de notre séminaire est d'une importance globale. Cependant, il concerne particulièrement les zones arides et semi-arides du monde, dans lesquelles les écosystèmes comprenant le sol, l'eau et la végétation sont extrêmement sensibles aux variations climatiques et aux activités humaines. C'est à l'intérieur de ces zones que l'équilibre écologique, une fois perturbé ou sévèrement dégradé, est très difficile, voire presque impossible à réhabiliter sans avoir recours à des moyens très chers et contraignants. Cette situation a bien souvent mené à des crises et causé des pertes importantes de terres arables. Il est inutile de préciser que l'Afrique en général et les pays du Sahel en particulier représentent les régions les plus vulnérables du monde face à la désertification.

L'UNESCO a prédit cette crise latente dès le début des années 50, lorsqu'elle a instauré son célèbre programme des zones arides. Les connaissances et les formations en matière de désertification ont atteint un remarquable développement. Afin d'assurer le suivi de ce programme, l'UNESCO a établi, à plusieurs reprises, des recherches environnementales et des programmes de formation dont les problèmes liés aux zones arides étaient le thème central. Les plus connus de ces programmes sont : le Programme hydrologique international (PHI), le Programme sur l'homme et la biosphère (MAB), la Commission océanique internationale, le Programme international de corrélation géologique (PICG), le Projet des régions côtières et des petites îles (CSI) et le Programme sur la gestion des transformations sociales (MOST).

Ces programmes, basés au secteur sciences, ont travaillé en collaboration avec les divisions des secteurs

de l'éducation, de la culture et des communications afin d'assurer l'interdisciplinarité et l'intersectorialité de leurs actions. D'autres partenaires évidents sont le Centre du patrimoine mondial et les programmes d'éducation environnementale lorsqu'ils traitent des problèmes des zones arides.

Il faut aussi insister sur le fait que le PHI et le MAB ont continué, dans toutes les phases de leurs programmes, à donner la priorité au renforcement des connaissances de base, aux formations et à la sensibilisation du public dans les régions arides et semi-arides. Au cours de ce séminaire, de plus amples informations devraient être livrées au sujet de ces deux programmes. Cependant, la bonne nouvelle est que le conseil exécutif de l'UNESCO, qui s'est rassemblé la semaine dernière, a accordé, au cours de sa 160^e session, la priorité principale aux « Ressources en eau et leurs écosystèmes » pour le secteur sciences. Le conseil a également approuvé l'« interdisciplinarité » en tant que thématique générale dans tous les programmes de l'organisation.

Dans cette optique, je suis particulièrement heureux de constater que cette directive a été appliquée avec succès dans le cadre de la préparation de ce séminaire, non seulement entre les programmes de l'UNESCO concernés, mais aussi avec nos partenaires, l'Organisation islamique pour l'Éducation, les Sciences et la Culture (ISESCO), OSS, l'Institut de l'Énergie et de l'Environnement de la Francophonie (IEPF), UNCCD, le Comité permanent Inter-états pour la lutte contre la sécheresse dans le Sahel, CILSS) et ce formidable pays qui nous accueille : le Tchad. Nous pourrions utiliser ces partenariats de manière efficace en tant que réseau s'appuyant sur les recommandations qui auront été adoptées à l'issue de ce séminaire. Ces recommandations pourraient ainsi être traduites en plans d'action à mettre en place par chacun d'entre nous.

Ainsi, ce séminaire ne devrait pas se contenter de présenter une série d'exposés sur la lutte contre la désertification, qui ont, bien évidemment, une valeur précieuse, mais aller au-delà, afin d'assurer le suivi des

recommandations et des conclusions tirées de nos capacités réunies.

Mesdames et Messieurs,

En relisant l'agenda provisoire et en remarquant les noms des experts reconnus qui participent au séminaire, ainsi que l'environnement agréable et les locaux dans lesquels il se déroule, je ne doute pas que nous avons tous les ingrédients pour réussir notre entreprise. Travaillons ensemble pour atteindre nos objectifs.

Avant de terminer, je voudrais remercier, au nom de l'UNESCO, le gouvernement du Tchad pour son hospitalité et la bonne organisation du séminaire, ainsi que les organisations partenaires pour leur coopération spontanée et enthousiaste. Je remercie aussi les participants pour leur présence et ceux que nous avons invités et qui ont eu la grâce de venir, malgré leurs emplois du temps chargés.

Merci.

Le Programme sur l'Homme et la Biosphère (MAB) à la Division des Sciences Ecologiques de l'UNESCO

Discours d'ouverture par Thomas Schaaf, spécialiste du programme MAB, UNESCO

Monsieur le Président,
Mesdames, Mesdemoiselles, Messieurs,

J'ai le plaisir de vous accueillir à ce séminaire international au nom du Programme sur l'Homme et la Biosphère de l'UNESCO (MAB). Nous tenons particulièrement à remercier les autorités du Tchad pour s'être rendu l'hôte de cet événement important. Le Tchad est un pays particulièrement affecté par la désertification. Nous souhaitons que ce séminaire permette de nouveaux contacts entre les scientifiques du Tchad et d'autres pays concernés par la désertification, en traitant des problèmes communs de dégradation des terres dans les zones arides.

Nous espérons que ce séminaire renforcera la collaboration et augmentera les synergies entre les différentes institutions actives dans le domaine de la recherche sur la lutte contre la désertification, telles que l'UNCCD, l'ISESCO, l'OSS et l'UNESCO. Nous espérons également que les articles scientifiques qui seront présentés au cours de ce séminaire souderont les collaborations entre les différents experts des zones arides. Comme mon collègue Monsieur Abdin Salih l'a déjà dit, l'UNESCO insiste beaucoup sur la recherche interdisciplinaire pour tenter de résoudre les problèmes environnementaux. Des domaines complexes tels que la désertification et la dégradation des terres requièrent une approche multidisciplinaire et ne peuvent être résolus de manière unilatérale. Le Programme sur l'Homme et la Biosphère (MAB) a toujours insisté sur cet aspect depuis sa création au début des années 1970. Ce programme a été créé pour développer une base pour la conservation et l'utilisation durable des ressources naturelles et pour l'amélioration de la relation entre les hommes et leur environnement. Ainsi, le programme MAB encourage la recherche interdisciplinaire et les formations en gestion des ressources naturelles. Dans les décennies à venir, le MAB se concentrera sur de nouvelles approches visant à faciliter le développement durable, à promouvoir la conservation de l'environnement et à utiliser les ressources naturelles avec sagesse.

En accord avec le mandat interdisciplinaire et interculturel de l'UNESCO dans le domaine de l'éducation, la science, la culture et la communication, le MAB promeut la recherche scientifique et la collecte d'informations en plus d'une appréciation des connaissances traditionnelles de l'utilisation des ressources, en vue de la mise en œuvre de l'Action 21 et des conventions qui y sont liées, en particulier la Convention sur la diversité biologique et la Convention sur la lutte contre la désertification.

Le présent séminaire a été conçu afin de refléter ces thèmes vastes et corrélés entre eux. La première partie est centrée sur les ressources en eau et la désertification, la seconde partie traite de la dégradation des terres arides et de leur réhabilitation et la troisième partie discute de l'évaluation et des indicateurs de la désertification. Nous espérons que la présentation de ces thèmes sera bénéfique aux pays et permettra d'atteindre les objectifs de l'UNCCD.

Nous espérons également que ce séminaire motivera d'autres activités dans le domaine de la recherche en zones arides, que ce soit à travers une collaboration régionale renforcée ou par la coopération entre les institutions dans le domaine de la formation et du renforcement des capacités ou dans celui de la recherche appliquée sur le terrain.

Il est de notre devoir de traiter des terres arides et de la désertification, non seulement parce qu'il existe une convention sur la lutte contre la désertification, mais principalement parce que les pays touchés par la désertification sont parmi les nations le plus sous-développés du monde. La science doit être mise en application pour stopper la dégradation des terres, elle peut alors jouer un rôle vital dans la réduction de la pauvreté.

Je souhaite que ce séminaire soit fructueux et je vous remercie de votre attention.

l'Organisation islamique pour l'Éducation, les Sciences et la Culture (ISESCO)

Discours d'ouverture par Donghol Diallo, représentant de l'ISESCO

Au nom d'Allah, Le Clément, Le Miséricordieux

Excellence Monsieur Abderahim Birème Hamid,
ministre de l'Éducation nationale,

Excellence Monsieur Mahamat Nouri, ministre de
l'Élevage,

Excellence Monsieur Boukar Kadja Lami, ministre de
l'Environnement,

Messieurs les représentants du corps diplomatique et
consulaire,

Messieurs les représentants des organisations
sous-régionales et internationales,

Messieurs les experts animateurs,

Honorables invités,

Assalamou Alaïkoum Warahmatou Allah Wabarakatouh,

Il m'est particulièrement agréable de prendre la parole au nom de Son Excellence le Directeur général de l'Organisation islamique pour l'Éducation, les Sciences et la Culture (ISESCO), Dr Abdulaziz Othman Altwaijri, à l'occasion de l'ouverture du *Séminaire international sur la lutte contre la désertification : ressources en eau douce et réhabilitation des terres dégradées dans les zones arides*.

Cette activité s'inscrit dans le cadre des programmes de coopération entre l'ISESCO, l'UNESCO, la Muna-zamat Al Dawa Al Islamia, la Fondation internationale pour l'Énergie (IEF), l'Institut de l'énergie et de l'environnement de la francophonie (IEPF), durant l'année 2000, avec l'assistance du Secrétariat de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD), l'Observatoire du Sahel et du Sahara (OSS) et en collaboration avec le ministère tchadien de l'Éducation nationale.

Ce séminaire réunit des experts du Bénin, du Burkina Faso, de la Côte d'Ivoire, de Djibouti, de l'Égypte, de la France, de la Guinée-Bissau, de l'Iran, de la Jordanie, du Kenya, du Mali, du Maroc, de la Mauritanie, du Niger, du Nigeria, du Pakistan, du Sénégal, du Sou-

dan, du Tchad, du Togo et de la Tunisie, ainsi que des représentants d'organisations régionales et internationales dont, notamment, le CILSS, la FAO, l'IEPF, l'OSS, l'UNCCD et l'UNESCO.

Cette session bénéficie de l'accueil chaleureux et des facilités déployées par le pays hôte. Je voudrais donc, au nom de l'ISESCO, exprimer les plus vifs remerciements de l'Organisation islamique à l'endroit des autorités tchadiennes.

La cérémonie qui nous réunit aujourd'hui m'offre également l'agréable occasion de nous féliciter de la coopération fructueuse qui unit l'ISESCO à sa consœur aînée, l'UNESCO. Cette coopération a déjà donné plusieurs fruits et j'ai bon espoir que les travaux et les résultats de notre séminaire figureront parmi ceux-ci.

Œuvrant dans le cadre de l'Organisation de la Conférence islamique (OCI), l'ISESCO, créée en 1982, est une agence intergouvernementale spécialisée dans les domaines de l'éducation, des sciences, de la culture et de la communication. Parmi les principaux objectifs qui ont présidé à la création de l'ISESCO et qui sont consacrés par sa Charte, figurent le renforcement de la coopération entre les États membres dans ses domaines de compétence, le développement des sciences appliquées et l'utilisation de la technologie avancée dans le cadre des valeurs et des idéaux immuables de l'Islam, ainsi que la sauvegarde des caractéristiques et de la spécificité de la civilisation islamique, la consolidation de l'entente entre les peuples et la contribution à l'instauration de la paix et de la sécurité dans le monde à travers l'éducation, les sciences, la culture et la communication.

Les programmes des sciences de l'ISESCO mettent l'accent sur la promotion de l'enseignement scientifique et technologique, la recherche orientée vers le développement scientifique et technologique et ses applications, la protection de l'environnement et la sauvegarde des ressources naturelles et, enfin, les sciences sociales et humaines.

Par ailleurs, les programmes du Plan d'action triennal 2001-2003 de l'ISESCO mettent l'accent sur l'explo-

tation durable des ressources naturelles et la protection de l'environnement à travers une large diffusion des informations, des programmes d'enseignement et des sessions de formation consacrées aux questions environnementales. Ils accordent aussi une attention particulière à la gestion de la biodiversité, au contrôle de la désertification, à la pollution et à la dégradation de la couche d'ozone, à l'exploitation des sources d'énergie nouvelles et renouvelables, etc.

Le choix du thème du présent séminaire n'est pas dû au hasard. En effet, la question de la désertification mérite une attention particulière au regard des conséquences désastreuses sur l'environnement et les populations. La désertification et les sécheresses récurrentes sont des facteurs déterminants qui entravent sérieusement le développement durable des zones arides et portent préjudice à la qualité de vie des populations dans différentes régions du monde. De fait, le problème de la désertification dépasse le cadre des frontières régionales ou nationales : outre la mise en place de programmes d'action nationaux, il est aussi indispensable d'harmoniser les approches et les solutions préconisées pour lutter contre la désertification à l'échelle internationale.

La disponibilité, la gestion et la conservation des ressources en eau douce pour la consommation humaine, l'agriculture et l'activité pastorale sont des facteurs clés dans cette lutte. Le séminaire va tenter de définir la façon d'inclure ces facteurs clés dans le travail actuel basé sur l'élaboration d'une ligne de suivi-évaluation et d'indicateurs d'impact sur l'état de désertification des zones arides, dans le cadre de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification. Il devrait permettre de promouvoir une collaboration scientifique sur la désertification entre les protagonistes nationaux et les organisations scientifiques internationales, d'échanger des informations et de rechercher des synergies relatives aux activités menées par les organismes multilatéraux.

Je demeure profondément reconnaissant à Monsieur Kodi Mahamat, Directeur général adjoint du ministère

tchadien de l'Éducation nationale et aux membres du Comité préparatoire pour avoir pris les dispositions nécessaires en vue d'assurer l'organisation locale de ce séminaire et contribuer ainsi à son succès.

Je suis persuadé que, durant leur séjour, les participants auront l'occasion, non seulement d'échanger des idées et des informations sur un domaine d'une extrême importance pour leur pays, mais aussi de nouer des relations fraternelles et professionnelles qui contribueront, sans nul doute, à définir des forces de propositions et des lignes stratégiques afin que, progressivement, les conditions de vie de millions d'hommes et de femmes s'améliorent, en même temps que les zones agro-écologiques au sein desquelles ils évoluent.

Pour terminer, permettez-moi, Excellence Monsieur le Ministre de l'Éducation nationale, de vous réitérer mes vifs remerciements de nous avoir honorés de votre présence à la cérémonie d'ouverture de ce séminaire international sur la lutte contre la désertification.

Assalamou Alaïkoum Warahmatou Allah Wabarakatouh,

L'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS)

Discours d'ouverture par M. Youssef Brahimi, représentant de l'OSS

Monsieur le Président,
Mesdames,
Messieurs,

Je souhaite tout d'abord exprimer, au nom du Secrétaire exécutif de l'OSS, M. Chedli Fezzani, et en mon nom propre, les remerciements de l'OSS à l'Organisation islamique pour l'Éducation, les Sciences et la Culture (ISESCO), l'Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture (UNESCO) et l'Institut de l'Énergie et de l'Environnement de la Francophonie (IEPF), pour l'avoir associé à cette importante rencontre internationale sur la problématique générale de la lutte contre la désertification, et le problème particulier des ressources en eau douce et la réhabilitation des terres dans les pays affectés par la sécheresse et la désertification.

M. Fezzani m'a demandé d'exprimer tous ses regrets de ne pouvoir être avec vous aujourd'hui, compte tenu d'impératifs qui le retiennent à Tunis. Il a cependant tenu à exprimer, par ma voix, tous ses vœux de succès à cette rencontre.

Nos remerciements les plus vifs vont également aux autorités tchadiennes et au ministère tchadien de l'Éducation nationale pour la qualité de l'accueil et de l'organisation de notre séjour. Les efforts déployés pour la tenue de ce séminaire nous offrent les meilleures conditions pour réaliser un travail de qualité.

Monsieur le Président,
Mesdames,
Messieurs,

L'Observatoire du Sahara et du Sahel est une organisation internationale dont la mission est d'être un outil de liaison et un cadre international de partenariat et de concertation.

Cette mission, l'OSS l'exerce dans le cadre préférentiel de la mise en œuvre de la CCD et de l'Action 21 qui constituent, de son point de vue, des instruments

privilegiés de développement de nouvelles approches de lutte contre la pauvreté et de gestion des ressources naturelles, plaçant les populations locales au cœur du débat sur la coopération.

Cette démarche se fonde donc sur la recherche d'un dialogue constant avec les différents partenaires et acteurs de la lutte contre la désertification. Dans ce sens, le séminaire international de N'Djamena constitue pour nous une étape importante dans l'enrichissement de ce dialogue.

Le récent transfert du siège de l'OSS en Afrique, à Tunis, ainsi que sa transformation en organisation internationale, sont par ailleurs autant de preuves de l'intérêt constant que portent les pays africains au renforcement de la coopération Sud-Sud, mais également les pays du Nord partenaires et les organes et organisations internationales du système des Nations Unies membres de l'OSS (UNESCO, Secrétariat de la CCD) de voir se développer des cadres appropriés, souples et adaptés, de renforcement des synergies et des coopérations ciblées.

Par rapport à ce dernier point, l'OSS a pour objectif principal de favoriser le développement et la valorisation du capital informationnel de ses partenaires, pour utiliser de façon optimale les moyens destinés à la lutte contre la désertification. Il s'appuie pour ce faire sur trois principes fondamentaux : le souci de favoriser les synergies entre les différents acteurs de la lutte contre la désertification ; la volonté de créer un contexte d'échange d'expériences au service d'objectifs convergents ; et la participation active de tous ses partenaires dans la mise en œuvre de programmes scientifiques et techniques correspondant à leurs besoins.

À ce titre, le séminaire international de N'Djamena constitue une opportunité formidable d'échange d'expériences entre pays partageant les mêmes problèmes et contraintes, et une occasion à saisir pour concrétiser, au travers d'accords de partenariats, les synergies possibles entre les pays affectés et les différentes institutions et organisations qui soutiennent la lutte contre la désertification.

C'est dans cet esprit que l'OSS entend contribuer à ces travaux et espère pouvoir partager avec vous les quelques résultats atteints, mais, surtout, les défis à relever, particulièrement au niveau des pays africains.

Je souhaiterais, avant de terminer, exprimer aux autorités tchadiennes toute la disponibilité de l'OSS à travailler avec les institutions tchadiennes concernées, dans le cadre des programmes de l'OSS et également dans le cadre des programmes conjoints que nous menons avec nos collègues du CILSS (le Comité permanent Inter-états pour la lutte contre la sécheresse dans le Sahel) pour le soutien à la mise en œuvre de la CCD dans les pays du Sahel. L'OSS espère que cette rencontre de N'Djamena servira également au renforcement de sa coopération avec les différents acteurs tchadiens impliqués dans la mise en œuvre de la CCD.

L'OSS souhaite plein succès aux travaux de ce séminaire et je vous remercie pour votre attention.

1 Discours-programme : Causes et conséquences de la désertification sur la gestion des ressources en eau dans les zones arides

Siddig E. Ahmed, Professeur, chaire de l'UNESCO, Khartoum, Soudan

Introduction

Selon la définition adoptée par la Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (UNEP), la désertification s'entend de toute forme de dégradation des terres sensible à l'aridité. Cette dégradation conduit à la réduction, ou même à la destruction, du potentiel biologique des terres, à une détérioration du niveau de vie et à une intensification de conditions proprement désertiques. La désertification prévaut dans les zones arides et semi-arides, particulièrement dans les pays en voie de développement situés en bordure de déserts et dont les précipitations annuelles n'excèdent pas 500 millimètres.

D'une façon générale, la désertification résulte de la dégradation des terres. Cette dégradation a pour conséquence directe soit une diminution de la productivité, soit l'abandon complet de terres agricoles, ce qui mène à la crise alimentaire rencontrée bien souvent dans les régions arides. Une dégradation sévère des sols peut déboucher sur une désertification complète, comme c'est le cas lorsque l'érosion des vents est trop forte. Il est actuellement reconnu que, partout dans le monde, les déserts avancent aux dépens des terres arables. Dregne a estimé qu'en 1983, 50 millions de personnes avaient perdu leurs moyens de subsistance et étaient de ce fait contraintes d'abandonner leurs terres et de s'installer dans des villes surpeuplées. L'UNEP a calculé qu'en 1984, 4,5 milliards d'hectares – soit 35 % de la surface du globe – étaient plus ou moins atteints par le phénomène de désertification. Ces zones sont habitées par environ 850 millions de personnes, qui risquent de perdre leurs habitations et leurs moyens de vie.

De tous les continents, l'Afrique est celui qui est le plus menacé par la désertification (UNEP, 1987). L'Afrique a deux déserts : le Sahara au nord et le désert du Kalahari au sud-ouest. La bande subsaharienne est caractérisée par une zone particulièrement fragile d'un point de vue écologique, connue sous le nom de « Sahel ». Le Sahel s'étire d'ouest en est, du Sénégal et de la

Mauritanie jusqu'au Soudan. Cette région a subi une accélération du taux de désertification au cours des dernières décennies (UNEP, 1987). Dans de nombreuses régions arides, la disponibilité des ressources en eau par personne est déjà en dessous du niveau nécessaire pour produire de l'agriculture de subsistance. De plus, la situation est aggravée par l'avancée du désert, qui crée un environnement défavorable aux hommes et aux animaux.

Il est très important de faire la différence entre les termes « aridité », « sécheresse » et « désertification ». L'aridité est généralement définie par rapport à la disponibilité des ressources en eau, qui est faible à cause d'une moyenne de précipitations annuelles basse. Sans tenir compte de l'influence possible d'un changement climatique global, l'aridité est considérée comme un phénomène constant lié au climat local. Restreintes à des régions aux précipitations annuelles faibles et aux températures élevées, les activités des régions arides sont constamment confrontées au manque d'eau. La sécheresse, en revanche, est un facteur temporaire causé par les fluctuations du climat. Les activités des zones touchées par la sécheresse sont toujours influencées au moins partiellement par la diminution de la disponibilité en eau. Les régions arides diffèrent des déserts d'où la vie est exclue ou du moins rendue très difficile à cause du manque d'eau. Au cours de ce siècle, il va être de plus en plus clair que la gestion de l'eau, son utilisation rationnelle et sa conservation, vont représenter la préoccupation principale des sociétés humaines dans de nombreux endroits du monde.

Il y a toujours un lien entre l'eau et la désertification. L'eau, qu'elle provienne de la pluie ou d'autres sources, apporte au sol l'humidité nécessaire à la croissance de la couverture végétale. La disponibilité des ressources en eau influence directement l'occurrence et la répartition de la couverture végétale. Toute dégradation de la couverture végétale est presque toujours accompagnée par un ensablement qui accélère le processus de désertification.

1. Causes de la désertification

L'eau est essentielle au maintien de la vie. Les hommes et les animaux s'installent généralement autour de sources d'eau permanentes. D'un autre côté, l'exploitation des ressources en eau autour des installations humaines augmente la pression sur l'environnement et les risques de désertification. Plusieurs phénomènes provoquent la désertification, parmi lesquels les sécheresses fréquentes, la déforestation, la culture intensive et le surpâturage.

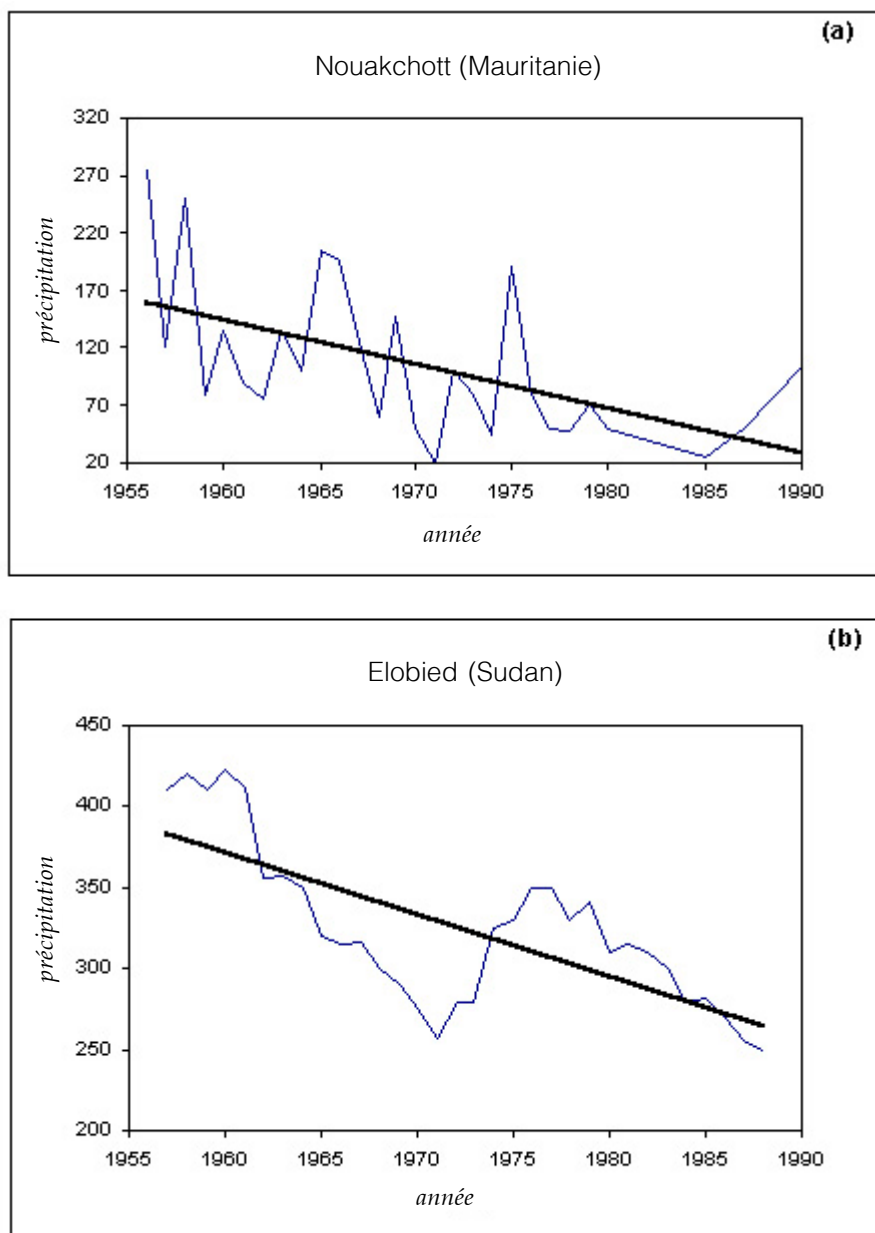
1.1. LA SÉCHERESSE

La sécheresse qui affecte les régions semi-arides est considérée comme l'une des causes majeures de la désertification. La sécheresse peut être liée à des précipitations saisonnières inadéquates, à une prolongation de la saison sèche ou à une saison des pluies plus courte que d'habitude. Basée sur la considération du cas de cer-

tains pays d'Afrique du Nord (Algérie, Égypte, Libye, Mauritanie, Maroc, Soudan et Tunisie), l'analyse des précipitations annuelles montre l'importante variabilité des pluies dans le temps et dans l'espace. Il est courant d'observer une sécheresse, plus ou moins longue et sévère, qui suit une baisse de précipitations.

Les causes de ces variations de précipitations ne sont pas encore connues. Cependant, des recherches récentes ont décelé une corrélation entre le régime des précipitations et le phénomène El Niño / La Niña. Le phénomène El Niño résulte d'une augmentation des températures de la mer, pour des raisons inconnues, qui provoque une perturbation dans la direction des vents humides. Au lieu de souffler vers les terres, les vents chargés d'humidité soufflent vers la mer, ce qui s'accompagne généralement d'une grande sécheresse. La Niña est en quelque sorte le phénomène inverse de El Niño puisque des vents soufflant des mers vers les terres provoquent généralement des inondations.

Figure 1 : Variations saisonnières des précipitations dans deux villes du Sahel



La sous-région nord-africaine est soumise à l'influence de ces phénomènes qui ont pour résultat d'accroître la fréquence des sécheresses. Au cours de ces quatre dernières années, les pluies ont décliné dans presque tous les pays de la sous-région. La *Figure 1* montre la tendance des précipitations à décroître à Nouakchott, en Mauritanie, et à Elobeid, au Soudan.

Deux stations ont été installées en Afrique du Nord pour montrer le régime des précipitations et les prévoir avec 50 à 80 % de certitude. Les stations ont été sélectionnées pour présenter la température moyenne la plus basse de l'année et la température moyenne la plus haute de l'année. La *Tableau 1* représente les schémas de précipitations et de sécheresses par rapport à la moyenne annuelle, qui est prise comme référence. On peut voir que la fréquence des sécheresses varie de quatre à huit ans au cours des onze années de mesures. C'est en Tunisie que les sécheresses sont les moins fréquentes en comparaison avec les autres pays. Le Maroc subit les sécheresses les plus fréquentes (tous les 6 à 8 ans). Une étude de Gilali et Gababy (1997) montre que Al Maghreb Alarabi a souffert de sécheresses épisodiques (Tunisie 1987–1989, Maroc 1979–1984 et 1991–1993). Le taux de précipitations diminue à la vitesse de 40 millimètres par an.

1.2. LA CULTURE EXTENSIVE

La culture pluviale joue un rôle très important dans l'économie nationale de nombreux pays en voie de développement. Elle assure la continuité des ressources

alimentaires de base. Dans beaucoup de ces pays, la culture pluviale a un fort potentiel de développement horizontal et vertical pour produire des céréales à moindre coût. L'accroissement rapide de la population humaine et animale nécessite l'expansion de zones cultivées. Cela mène à la surexploitation des terres qui provoque la dégradation des sols.

L'alternance des cultures est normalement pratiquée dans de nombreuses régions arides. On l'appelle parfois « culture traditionnelle ». Elle comprend la préparation des terres par le déboisement et le défrichage pour les rendre cultivables et l'installation de systèmes d'irrigation pour arroser les cultures. Ces pratiques sont répétées d'une année sur l'autre, ce qui conduit à la destruction de la couverture végétale et, à terme, à la dégradation du sol et à la perte de productivité. Lorsqu'une année est particulièrement sèche, la réaction la plus courante est d'agrandir la surface cultivable en empiétant sur les prairies d'élevage ou sur les terres en jachère, partout où cela est possible. Il arrive aussi que l'on pratique la rotation des cultures.

Dans l'agriculture traditionnelle, la rotation du sorgho avec d'autres cultures, par exemple, le sésame, les arachides et le millet, finit par épuiser la fertilité du sol et il devient alors nécessaire de changer d'endroit pour retrouver des terres arables. Dans le cas de l'agriculture mécanisée, les arbres sont complètement déracinés quand de nouvelles terres sont gagnées, pour que les machines puissent passer sans encombres. Si on laissait le système racinaire dans le sol et que l'on permettait à

Tableau 1 : les schémas de précipitations et de sécheresses par rapport à la moyenne annuelle

Pays	Station	Précipitations annuelle (mm)			Sûreté (mm)		Fréquence des sécheresses (au cours de 11 années)
		Min	Max	Moyennes	50%	80%	
Algérie	Skikda	513	855	669	657	583	4
	El Shalaf	212	527	329	285		6
Egypte	Alexandria	9	389	152	75	32	6
	Cairo	7	79	22	9	4	6
Libye	Tripoli	149	532	282	209	161	7
	Sirat	38	194	130	92	46	6
Mauritanie	Kiedmagha	13	533	325	157	54	5
	Edrar	1,6	369	105	35	11	7
Maroc	Ifran	463	1777	861	736	586	8
	Warzazat	63	263	122	94	68	6
Soudan	Juba	669	1310	953	873	749	6
	Fashir	109	638	235	171	118	8
Tunisie	Tabaruka	662	1178	883	817	706	5
	Ramaza	64	104	80	81	67	4

quelques arbres de rester sur le terrain, le sol serait mieux protégé contre l'érosion et les arbres pourraient se régénérer plus facilement.

1.3. LA DÉFORESTATION

La disparition d'un grand nombre d'arbres dans les zones de culture pluviale a contribué de manière significative à la dégradation des terres et à la détérioration de la fertilité des sols. Les forêts ont été coupées pour obtenir du bois d'énergie et le reboisement a été négligé. Alors que la population s'accroît et se concentre dans les fermes et les villages, les zones sans arbres s'étendent autour des installations humaines. Les villageois doivent partir de plus en plus loin pour récolter le bois de feu. D'autres espèces sont de plus en plus exploitées (notamment pour la construction) car les meilleures espèces sont décimées. Finalement, la collecte du bois se transforme en véritable commerce et les hommes supplantent les femmes dans ce domaine. Plus les distances à parcourir pour la collecte du bois augmentent, plus les exploitants ont tendance à le transformer en charbon pour faciliter son transport.

Au Soudan, par exemple, on estime la consommation de bois d'énergie à 3 m³ par personne et par an, ce qui équivaut à 80 millions de m³ de bois par an pour la totalité de la population. La demande en bois explique la réduction de la forêt autour des routes du Soudan ainsi qu'aux alentours des villages et des villes, qui sont généralement encerclés par une zone déboisée dont le rayon peut dépasser 160 kilomètres (Mainguet, 1991).

En l'absence de forêts, l'érosion éolienne prend des tournures alarmantes et le microclimat devient de plus en plus aride. La saison sèche s'accroît et les précipitations diminuent.

1.4. LE SURPÂTURAGE

Autour des points d'eau et particulièrement autour des installations permanentes de communautés humaines, le surpâturage réduit la couverture végétale de manière dramatique. Cela induit un effet énorme sur la dégradation des sols et, de ce fait, sur la désertification. Le surpâturage est pire là où les points d'eau ont été creusés à proximité l'un de l'autre. Dans ces cas-là, les rayons d'action autour des points d'eau s'entrecroisent et les zones de superposition sont fortement pâturées.

Auparavant, les nomades préservaient l'équilibre délicat existant entre le nombre de bêtes d'élevage et la capacité de charge des pâturages. Cet équilibre a pourtant été perturbé récemment à cause de l'expansion de l'agriculture sèche dans les zones de pâturage traditionnelles et par une augmentation de la population animale. En plus de la dégradation de la couverture végétale naturelle, le surpâturage dégrade les prairies et la plupart des espèces apétantes ont été remplacées par le *Cyprus conglomeratus*.

1.5. LES PROPRIÉTÉS DU SOL

Il faut bien distinguer les cas suivants :

- l'humidité du sol : seuls les sols secs sont soumis à l'érosion ;
- la texture du sol : les particules fines sont plus vulnérables à l'érosion que les particules plus grosses ;
- les substances de cohésion : l'absence de substances pouvant assurer la cohésion du sol, comme les matières organiques, rend le sol plus propice à l'érosion ;
- les pratiques de labourage : le labourage fin et l'ajout de produits désagrégants comme le carbonate de calcium rendent le sol plus fragile ;
- la surface du sol : les surfaces lisses sont plus menacées par l'érosion que les surfaces irrégulières.

2. Impact de la désertification

2.1. LES MOUVEMENTS DE SABLE ET LA FORMATION DE DUNES

Au Soudan, des études récentes ont prouvé que la majeure partie de l'agriculture pluviale entre le 17° et le 15° degrés Nord est désertifiée à cause de mouvements de sable du désert libyen (FAO, rapport de mission, 1976). Le Nil est également affecté entre Dongola et Kariema, par l'avancée du désert et les mouvements de dunes qui engloutissent les terres agricoles et les installations humaines.

2.2. LA PRODUCTION ALIMENTAIRE RÉDUITE

L'une des conséquences les plus sérieuses de la désertification est la diminution de la production alimentaire dans certaines parties de la région aride. La production de sorgho (*Sorghum vulgare*), la principale ressource de nourriture dans nombre de régions sèches, a diminué. Au Soudan, les productions de maïs et de millet sont passées de 0,8 t/ha et 1,3 t/ha à 0,36 t/ha et 0,29 t/ha respectivement sur une même période.

2.3. PRODUCTION RÉDUITE DE GOMME ARABIQUE

Le Soudan est un grand producteur de gomme arabique, que l'on extrait de l'acacia (*Acacia senegal*). La gomme arabique se place juste après le coton en tant que produit d'exportation. À cause de l'extermination de nombreux acacias, la désertification a non seulement affecté l'équilibre économique du pays, mais aussi réduit le ravitaillement mondial.

2.4. LA FAUNE

La désertification affecte également la faune sauvage. De nombreuses espèces, autrefois abondantes, ont disparu et celles qui restent sont en danger. Dans le Parc national de Dinder, au Soudan, le nombre d'espèces d'ongulés diminue rapidement à cause de la compétition avec le bétail.

La gazelle (*Gazella somering*), très répandue jusqu'en 1966, a complètement disparu de cette région. De même, les populations de *tiang* ont décliné dans cette région. Dans la région de Wadi Howar, l'antilope addax n'a plus été rencontrée depuis 15 ans et on n'a plus vu d'oryx depuis 1973.

2.5. DISPUTES ET CONFLITS

Les conflits interethniques sont devenus un phénomène chronique et préoccupant. Des centaines, peut-être des milliers de personnes ont péri au cours de tels conflits durant ces dernières années. La cause majeure de conflit est le manque de terres agricoles et d'eau pour le bétail ainsi que l'empiètement des paysans sur les terres pastorales et vice versa.

3. Pratiques actuelles pour réduire l'impact de la désertification

L'érosion éolienne est un phénomène courant. Partout où les sols sont dénudés ou recouverts d'une couverture végétale éparse, les vents violents érodent les terres.

En particulier, de fines particules de terre sont transportées et déposées là où le vent est moins fort. Il existe trois types d'érosion éolienne par les mouvements de sable : l'envahissement des terres par le sable (7 % à 25 %), la saltation (50 % à 80 %) et la suspension (environ 10 %). Les suspensions emportent des particules sur de plus grandes distances comparé aux deux autres types d'érosion.

Plusieurs techniques ont été mises au point pour lutter contre l'invasion du désert ou pour minimiser l'impact des facteurs qui accentuent le processus de désertification. Certaines de ces techniques sont décrites ci-dessous.

3.1. LES BARRAGES VERTS

Les barrages verts et les ceintures d'arbres sont connus pour être l'un des principaux outils traditionnels et efficaces de l'agroforesterie capables de modifier le microclimat. Les effets des barrages verts s'étendent sur une distance considérable du côté opposé à celui dont vient le vent.

Tableau 2 : Effets de la culture du sorgho en différentes saisons sur la même parcelle, puis après une plantation de sésame ou une période de jachère (Gedaref, Soudan).

Rotation	Récolte (kg / ha)
1 ^{re} année	1 736
Après 2 ans	771
Après 3 ans	664
Après 4 ans	536
Après 5 ans	450
Après la jachère	1 543
Après le sésame ou le coton	1 178

Tableau 3 : Effets de la date de plantation du sorgho

Période de plantations	Nombre de tests	Index de récolte	Récolte (kg/ha)
Juin 1-15	1	1,18	900
Juin 15-30	3	1,1	836
Juillet 1-15	4	1,32	1 007
Juillet 15-30	3	1,35	1 050
Août 1-15	4	0,97	750
Août 15-30	5	0,45	343

Les effets des barrages verts sur le vent sont de deux sortes :

Premièrement, les masses d'air sont détournées vers le haut, créant une accélération du vent et une augmentation de l'énergie cinétique des deux côtés du barrage vert. Cette zone de turbulences est plus importante du côté opposé à celui d'où vient le vent, en fonction des caractéristiques du barrage vert. La zone de turbulences tire continuellement son énergie de l'accélération des mouvements d'air au-dessus d'elle. Ceci a pour effet d'augmenter les turbulences au-delà de la zone protégée du vent et, ainsi, d'uniformiser graduellement les effets du barrage vert jusqu'à ce que des conditions normales de vent soient rétablies.

Une autre influence du barrage vert est son rôle de brise-vent, réduisant la vitesse du vent et limitant sa propagation au-delà du barrage. Ce rôle de barrière augmente la pression statique du côté d'où vient le vent et la diminue du côté opposé. Ces deux effets – la réduction de la vitesse du vent et l'action sur les turbulences – sont importants pour définir l'efficacité d'un barrage vert.

D'autres caractéristiques qui déterminent l'efficacité d'un barrage vert, et donc le comportement des mouvements d'air dans et autour du barrage, sont sa perméabilité, sa forme, sa longueur, sa largeur, sa hauteur et ses ouvertures.

3.2. LA MODIFICATION DES MÉTHODES AGRICOLES

Dans la plupart des régions arides où l'on pratique l'agriculture traditionnelle, la rotation des cultures n'est pas suivie. Certains chercheurs ont montré que le fait de remplacer, par exemple, le sorgho par le sésame, ou de laisser la terre en jachère, même pour une seule saison, peut avoir des effets très bénéfiques sur la production (voir *Tableau 2*).

Un autre facteur déterminant est la date de plantation. L'importance d'une plantation précoce des espèces sur le résultat des récoltes est reconnue. Cependant, les agriculteurs ont tendance à procéder aux plantations tard dans l'année pour économiser sur les coûts de désherbage. La date de plantation dépend généralement de la quantité de pluies – en principe 100 millimètres – qu'il faut pour remplir les failles du sol et provoquer la pousse des mauvaises herbes (voir *Tableau 3*). Le premier désherbage est destiné à éradiquer les mauvaises herbes tandis que le deuxième est pratiqué en même temps que les semis.

3.3. L'AGROFORESTERIE

L'agroforesterie est un terme désignant la pratique traditionnelle de culture d'espèces arborées et arbustives en même temps que des céréales et que l'élevage

du bétail. Les populations rurales du Sahel ont longtemps pratiqué l'agroforesterie. Les espèces agricoles comme le millet, le sorgho, le maïs et les arachides sont souvent cultivées par les sahéliens dans un parc d'*Acacia albida*.

L'agroforesterie peut contribuer au développement rural au Sahel :

- en augmentant la disponibilité des ressources alimentaires et fourragères ;
- en apportant une quantité substantielle de bois d'énergie ;
- en protégeant le potentiel productif d'un site donné et en améliorant son environnement et sa capacité de charge.

Les meilleurs sites pour l'agroforesterie sont ceux dans lesquels le niveau de l'eau est bas et où les arbres peuvent vivre de l'eau capillaire. Dans ces zones, le plan suivant a été conseillé (*Figure 2*).

Figure 2 : Plan d'utilisation des terres autour d'un puits

- 1 Centre de développement (puits, village) : il comprend un puits profond, un bâtiment administratif, une zone résidentielle, un marché, des magasins, des ateliers, de petites parcelles irriguées pour les jardins privés ou les potagers.
- 2 Zone d'utilisation des terres : elle comprend des parcelles agricoles d'environ 100 hectares chacune, gérées par une vingtaine d'unités familiales (a); des zones de gestion intensive de prairies barricadées avec un haut pourcentage d'arbres et d'arbustes (b).
- 3 Zone périphérique : elle comprend des plantations de forêts (c) (par exemple, *Acacia senegal*, *Prosopis africana* et *Prosopis jule*) pour la production de gomme arabique et de bois de feu ; des zones protégées (éventuellement barricadées) (d) ; des zones protégées pour leur régénération naturelle et pour la sauvegarde des espèces locales (e).

4. Impact de la désertification sur la gestion des ressources en eau

4.1. LA RÉCOLTE DE L'EAU

Comme nous l'expliquions plus haut, la sécheresse et la désertification sont liées. L'avènement de la sécheresse renforce le processus de désertification qui lui-même augmente les risques de sécheresse. Cela induit une importante variabilité dans la quantité de pluies, avec les conséquences suivantes :

- variation saisonnière des ruissellements,
- moins de recharges pour les eaux souterraines.

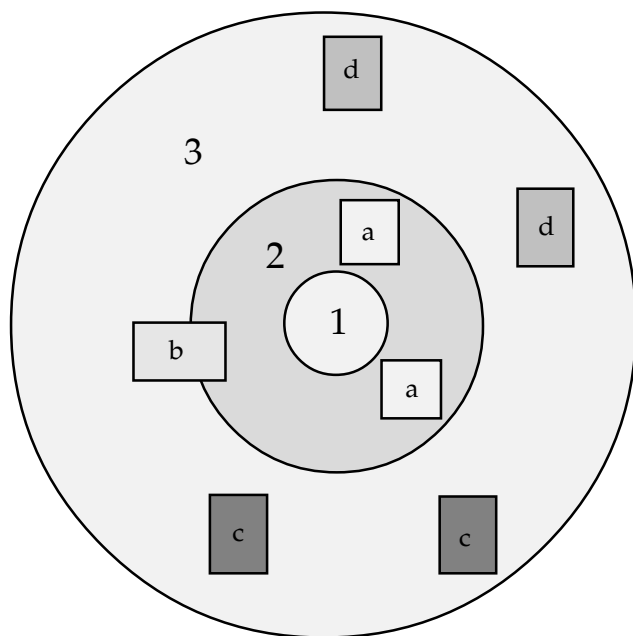
4.2. L'UTILISATION DE L'EAU

L'impact de la désertification sur l'eau peut être démontré de manière suivante :

- l'utilisation des eaux souterraines pour les besoins en eau potable augmente ;
- les besoins en eau pour l'irrigation augmentent.

À cause de la réduction des ruissellements en surface due à la baisse des précipitations, en particulier dans les régions arides, les gouvernements attendent beaucoup des eaux souterraines pour obtenir de l'eau pour les besoins domestiques. Cela conduit à la réduction de certaines parties de la nappe phréatique, certaines réserves ne suffisant déjà plus aux normes de sécurité standard pour un bon développement économique.

La plupart des grands schémas d'irrigation des régions arides ont été dessinés dans l'optique d'une irrigation supplémentant les pluies. Au cours des cinq dernières années, les demandes en irrigation ont énormément augmenté. Dans le cas du schéma du Gezira au Soudan, par exemple, les exigences en irrigation se sont accrues de plus de 150 % au cours de certains mois (juillet, août, septembre).



5. Besoins en eau pour différentes pratiques de lutte contre la désertification

Les principales pratiques pour lutter ou freiner la désertification peuvent être résumées ainsi :

- plantation de barrages verts,
- agroforesterie,
- installation d'un système d'irrigation.

Pour les barrages verts, les espèces d'eucalyptus sont cultivées sur huit à dix rangées avec 20 à 30 mètres d'espace entre les rangées.

L'agroforesterie consiste à faire pousser des arbres avec d'autres espèces agricoles comme le sorgho, le millet et le sésame entre les arbres. Ce sont généralement des cultures pluviales mais un système d'irrigation d'appoint permet d'arroser les cultures en cas de sécheresse. Les besoins en eau peuvent être calculés par ordinateur grâce au programme Penman-Monteith sur la base des bons coefficients agricoles (voir *Tableau 4*).

Tableau 4 : Besoins en eau

Pratique	Besoins en eau, m ³ /ha/saison
Barrages verts	30 000
Agroforesterie	21 000
Irrigation supplémentaire:	
— 3 périodes	2 500 (récolte optimale)
— 2 périodes	1 700 (60% de la récolte optimale)

6. Sources d'eau pour lutter contre la désertification

6.1. LA COLLECTE DES EAUX DE PLUIE

Les techniques de collecte des eaux de pluie ont d'abord été développées pour l'agriculture ou pour la réhabilitation et le développement de terres arables dans les zones arides ou semi-arides où les précipitations ne sont pas propices à la culture pluviale et où la disponibilité de l'eau pour l'irrigation fait défaut. Les eaux de pluies sont collectées dans un bassin de récupération naturel ou artificiellement modifié pour maximiser les écoulements d'eau vers un lieu spécifique comme une zone cultivée, des citernes placées dans un barrage ou dans le sol ou encore utilisées pour recharger les nappes

d'eaux souterraines. La collecte des eaux de pluie assure une utilisation optimale des précipitations. En utilisant une technique de collecte des eaux efficace, on peut récolter assez d'eau pour irriguer un champ cultivé en zone semi-aride.

6.2. LES BARRAGES CONTRE LES INONDATIONS

Les barrages contre les inondations sont construits depuis des milliers d'années dans plusieurs régions arides et semi-arides. Il existe plusieurs formes de barrages traditionnels et modernes. L'ACSAD, l'UNESCO et ROSTAS reconnaissent les types de barrages suivants :

- la répartition incontrôlée de l'eau comprenant la diversion de l'eau à travers un canal naturel ou artificiel généralement situé à proximité de l'oued ;
- la répartition contrôlée de l'eau qui consiste à construire un barrage pour détourner l'eau vers les terres à cultiver ;
- la collecte des eaux de ruissellement par des barrages autour des oueds pour récolter l'eau et les sédiments indispensables à l'agriculture.

6.3. LE RETRAITEMENT DES EAUX USÉES

Une manière d'augmenter la quantité de ressources en eau disponibles est le retraitement des eaux usées. En Égypte, par exemple, un projet agricole a été mis en place en 1915 dans le nord-ouest du Caire pour réutiliser les eaux usées retraitées afin d'irriguer 1 000 hectares de terres cultivées. Actuellement, on estime que la quantité totale d'eaux usées retraitées utilisées en Égypte représentait 0,7 milliard de mètres carrés en 1995–1996. Le retraitement des eaux usées devrait devenir un important mode de réutilisation des ressources en eau. Cependant, les principaux aspects associés au retraitement des eaux usées sont la santé publique et les catastrophes environnementales ainsi que les aspects techniques, institutionnels, socioculturels et de développement durable.

6.4. LES EAUX SOUTERRAINES

On peut tenter de lutter contre la sécheresse en utilisant les larges réserves d'eaux souterraines inexploitées. Il existe plusieurs bassins d'eaux souterraines, comme le bassin du Sahara Nubien ou le bassin du lac Tchad. De vastes ressources souterraines inexploitées sont connues au Niger, au Mali et en Mauritanie.

Le bassin du Sahara Nubien couvre la partie nord de Darfur, au Soudan et s'étend vers le Nord jusqu'à la frontière égyptienne. Sa superficie est de 324 656 km². Le bassin du Tchad, avec le lac Tchad à son altitude la plus basse, est connu comme l'un des plus grands bassins d'eau douce au monde. Cette eau souterraine peut être utilisée dans des zones marginales pour contrôler le processus de désertification en permettant, par exemple, d'irriguer les barrages verts. De plus, l'utilisation conjuguée des eaux souterraines et de l'eau de pluie collectée permet d'obtenir de l'eau pour l'irrigation des champs et représente une alternative à la culture pluviale traditionnelle.

7. Stratégies

La sécheresse est un phénomène temporaire, plus ou moins cyclique, qui peut arriver sous presque n'importe quel climat. La désertification, en revanche, est en grande partie le résultat des activités irrationnelles de l'homme et peut même se produire dans des endroits où l'eau est abondante. Ainsi, il est impératif de développer une politique intégrée d'utilisation des terres, puisque la solution pour lutter contre la désertification repose sur l'amélioration de l'utilisation des terres. Il est cependant indispensable de mettre l'homme au centre de ces réflexions. Les projets passés ont trop souvent été mal supervisés et les communautés n'ont pas été suffisamment sensibilisées ni suffisamment impliquées. Les politiciens ont fréquemment adopté une attitude opportuniste d'approche des problèmes à court terme quand il s'agissait de traiter de la planification écologique, alors qu'une vision holistique s'imposait.

Une fois identifiés, les projets devront rassembler les efforts concertés des gouvernements centraux et locaux ainsi que des secteurs privé et public, des agences internationales et des programmes de réhabilitation. Les modèles de ces projets devraient se baser sur les aspects suivants :

- capacité des ressources du système,
- pratiques actuelles d'exploitation des terres,
- participation des communautés,
- projets de moindre coût.

Le potentiel de la végétation locale en tant que ressources alimentaires pour les hommes et les animaux devrait être déterminé ; il est important d'adopter les technologies appropriées à l'environnement local. C'est pourquoi les stratégies de lutte contre la désertification peuvent inclure les aspects suivants :

- définir des possibilités de retraitement des eaux usées pour l'irrigation ;
- encourager la collecte des eaux de pluie et les techniques de barrage contre les inondations ;
- encourager l'utilisation conjuguée des eaux souterraines et des eaux de pluie collectées ;
- réhabiliter les hafirs ;
- restaurer les pompes à eau ;
- planter des barrages verts ;
- mettre en place de petits projets d'irrigation ;
- chercher des sources d'énergie alternatives ;
- améliorer les conditions d'élevage des animaux ;
- cultiver les terres argileuses pour réduire la pression sur les terres sablonneuses ;
- créer de petites industries basées sur les matières premières disponibles, comme les tanneries ou l'artisanat.

Il est pour l'instant crucial que les efforts de lutte contre la désertification se concentrent sur l'éducation environnementale pour sensibiliser le public au phénomène de désertification, à travers les médias ou les écoles. Il est également important de renforcer la coopération entre les pays ayant des problèmes similaires, en particulier à travers des visites d'échanges ou des formations. La communauté internationale a un rôle très important à jouer en apportant l'aide financière et les technologies appropriées.

Références

- Ahmed S.E., 2000 : *The Best Practices to Combat Drought in the North Africa Sub-Region*. Part II, non publié.
- AOAD, 1991 : *The Role of Supplementary Irrigation on Sudan Rainland*, Damascus.
- Darkoh, M.B.K., 1998 : *The Nature, Causes and Consequences of Desertification in the Drylands of Africa – Land Degradation and Development*, John Wiley & Sons Ltd.
- Farah, S.M. et al., 1996 : « The Role of Climate and Cultural Practices on Land Degradation and Desertification with Reference to Rainfed Agriculture in Sudan », dans *Proceedings of the Fifth International Conference on Desert Development; Desert Development: The Endless Frontier*.
- Fouad N. Ibrahim, 1982 : *Monitoring and Controlling Ecological Degradation in the Semi-Arid Zone of the Sudan*.
- Karouri, M.O.H., 1986 : *The Impact of Desertification on Land Productivity in Sudan, Physics of Desertification*.
- Mohamed, A. E. et al., 1995 : « Moving Sand and its Consequences On and Near a Severely Desertified Environment and a Protective Shelterbelt », *Arid Soil Research and Rehabilitation*, vol. 9, pp. 423–435.

2 Collecte des eaux de surface en Afrique de l'Ouest et du Centre

M. Sourakata Bangoura, fonctionnaire technique régional pour les ressources en eau, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Bureau régional pour l'Afrique (FAO-RAF)

Introduction

Les ressources en eau constituent l'une des ressources naturelles les plus importantes pour la survie de l'humanité et le développement socio-économique des pays. La connaissance pertinente des ressources en eau est dès lors perçue comme une condition nécessaire et indispensable pour l'élaboration des projets de développement et pour apprécier les conditions de développement durable.

Dans les zones arides et semi-arides peuplées, les populations sont exposées à l'irrégularité ou à l'insuffisance des pluies dont les effets sont parfois catastrophiques pour la production agricole. La survie des populations est souvent menacée à cause des sécheresses récurrentes et de la désertification. Dans de telles conditions, « *L'irrigation aurait pu être la solution idéale n'eût été le coût élevé des infrastructures de base* » (K.Siegert, FAO, 1993).

Les zones arides (saharo-sahéliennes) sont caractérisées par une seule saison des pluies, courte et variable, avec une longue saison sèche de 8 à 9 mois et une pluviométrie annuelle comprise entre 100 et 400 millimètres. Dans ces zones, le surpâturage causé par l'augmentation du cheptel associé aux effets des cultures, de la destruction de la végétation par la collecte de bois de feu, des feux de brousse et de la sécheresse ont accentué la dégradation des terres et la désertification.

Les zones semi-arides (soudano-sahéliennes) se caractérisent par une saison des pluies s'étalant sur 3 à 4 mois avec une pluviométrie annuelle de l'ordre de 400 à 600 millimètres. Cette zone apparaît comme l'une des plus critiques de l'Afrique à cause de la grande variabilité des pluies.

En Afrique, les perturbations climatiques caractérisées par les sécheresses se sont particulièrement accentuées à partir des années 70. Ainsi, on estime que, pendant la sécheresse du Sahel au début des années 70, près de 1 million de « réfugiés écologiques », soit le sixième de la population, a dû quitter le Burkina Faso ; 500 000 personnes de plus avaient quitté le Mali (Source : FAO, Conservation et restauration des terres en Afrique, 1990).

C'est ainsi qu'au cours des trente dernières années, de nombreux gouvernements et institutions ont entrepris de vastes programmes et projets visant la conservation et la mise en valeur des ressources en eau douce.

Parmi les options technologiques envisagées par les décideurs, la collecte des eaux de surface, une technique éprouvée pour l'accroissement de la sécurité alimentaire, a retenu les attentions. Le contrôle de l'érosion ainsi que la recharge des nappes phréatiques sont d'autres avantages des techniques de collecte des eaux de surface.

Bien qu'il y ait eu des résultats encourageants dans certains programmes et projets, la plupart n'ont cependant pas atteint les résultats escomptés et les objectifs assignés. Cette contre-performance des projets de conservation et de gestion des ressources en eau est essentiellement due aux approches dirigistes, aux technologies inadaptées aux conditions socio-économiques et environnementales ainsi qu'aux besoins des populations bénéficiaires.

Consciente du fait que la gestion des ressources en eau et la désertification constituent un défi au développement du continent africain, la FAO a très tôt pris des initiatives dans la recherche de solutions durables à l'accroissement de la productivité des terres dégradées.

C'est dans ce contexte que la FAO, en étroite collaboration avec les organismes appropriés du système des Nations Unies a élaboré le Programme international de conservation et de restauration des terres en Afrique (IAP-WASAD). L'IAP-WASAD fait partie intégrante de la stratégie des Nations Unies pour la mise en œuvre du Plan d'action de Mar del Plata. Ce plan d'action met l'accent sur l'utilisation efficace de l'eau, élément clé du processus de mise en valeur et de gestion des ressources en eau pour assurer une production agricole durable.

Avec l'aide d'experts africains, la FAO a élaboré le Programme international de conservation et de restauration des terres en Afrique (ISCRA). Ce programme propose une stratégie de conservation des terres pour l'ensemble du continent.

La FAO a également procédé à l'évaluation du potentiel des ressources en eau de surface, des différentes techniques endogènes de gestion des ressources en eau et des impacts des techniques sur le milieu physique, socio-économique, politique et environnemental. C'est ainsi que des études de cas sur les techniques de collecte des eaux de surface ont été conduites dans plusieurs pays africains. Les résultats de ces études ont été présentés lors des séminaires sous-régionaux organisés par la FAO respectivement au Caire en 1993, à Harare en 1998 et à Niamey en 1999.

La FAO apporte son appui aux pays membres dans la gestion durable des ressources en eau au travers du Programme spécial pour la sécurité alimentaire (PSSA) par la mise en œuvre de projets de maîtrise de l'eau utilisant les techniques de gestion de l'eau à faible coût telles que la collecte des eaux de surface, l'utilisation des pompes à pédales pour la petite irrigation, etc. Le projet de développement intégré « 'Amélioration de l'utilisation des terres dans la vallée de Keita, au Niger » est un des exemples de l'appui technique apporté par la FAO aux pays africains dans le domaine de l'utilisation des techniques de collecte des eaux de surface pour freiner la désertification et restaurer les terres dégradées.

La FAO a orienté son intervention vers le renforcement des capacités nationales par le biais de la formation des ressources humaines des pays membres dans le domaine des techniques de collecte des eaux de surface. À cet effet, des sessions de formation sur les techniques de collecte des eaux de surface sont prévues.

1. Expériences régionales, typologie des techniques de conservation des ressources en eaux de surface

Selon la FAO, la récolte des eaux de surface, dans son sens général, se réfère à la collecte des eaux de ruissellement pour un usage productif. Les eaux de ruissellement peuvent être collectées sur les toits des maisons ou à la surface du sol et des cours d'eau intermittents ou éphémères. Il existe une gamme variée de techniques de collecte des eaux destinées à des usages multiples. L'utilisation productive des eaux de ruissellement inclut le stockage de l'eau pour les usages domestiques, la conservation des eaux pour l'arrosage des cultures maraîchères et fruitières et, dans une moindre mesure, pour la pisciculture. (K. Siegert, FAO, Rome, 1991).

Durant les travaux de l'atelier sous-régional sur les techniques de collecte des eaux de surface qui s'est tenu à Niamey en octobre 1999, les participants ont procédé à un recensement exhaustif des principales techniques de collecte des eaux de surface pratiquées dans les différents pays. Comme le montre le *Tableau 1* ci-dessous, les techniques de collecte des eaux de surface les plus

courantes sont les micro-barrages, les seuils d'épandage, les cordons pierreux, les mares aménagées et les digues en terre. Parallèlement, d'autres techniques sont appliquées dans certains pays : il s'agit notamment des tranchées, des murets, des banquettes, des demi-lunes, du *Zai* ou *Tassa*, des billons cloisonnés, des diguettes filtrantes, du scarifiage et de l'impluvium.

Le *Tableau 1* fait ressortir que la plupart des aménagements peuvent être exécutés manuellement et à faible coût par les bénéficiaires et sont facilement répliquables. De même, l'entretien des petits ouvrages peut se faire à la main, quoiqu'ils exigent une grande quantité de main-d'œuvre dans certains cas. Les coûts de transport et la durée de vie limitée des ouvrages constituent les principales contraintes.

Sur le plan technique, il est recommandé :

- de combiner d'une part les techniques de collecte des eaux de surface avec les actions d'intensification des systèmes de culture, en particulier en calant les calendriers culturaux en fonction des appoints d'eau dus à la collecte, ce qui donne pour résultat un apport d'éléments nutritifs nécessaires (engrais minéraux, engrais organiques) ainsi que les effets bénéfiques du paillage, des pesticides, et du matériel agricole adapté ;
- de combiner d'autre part les techniques de collecte des eaux de surface entre elles. Par exemple, la combinaison des cordons pierreux- *Zai* - paillage - fumure organique ;
- d'intégrer les techniques de collecte des eaux de surface dans un aménagement du terroir et du bassin versant.

1.1. IMPACTS DES TECHNIQUES DE COLLECTE DES EAUX DE SURFACE

Impacts socio-économiques

Les meilleurs résultats obtenus sur les plans du revenu, du travail, du foncier et de l'exode rural proviennent des techniques de construction des cordons pierreux, des diguettes, des terrasses, du *Zai* et des boullis.

Sur le plan socio-économique, sont recommandés :

- l'adoption d'une démarche participative dans la conception et la mise en œuvre des projets de collecte des eaux de surface afin d'assurer la durabilité des actions ;
- une mobilisation plus importante des financements pour la sensibilisation, l'organisation et la formation des bénéficiaires ;
- la mise en place d'un système de crédit agricole adapté, pour permettre une plus grande participation des bénéficiaires au financement des ouvrages ;
- l'amélioration des infrastructures de transport et des circuits de commercialisation ;
- la conduite d'études supplémentaires d'impacts socio-économiques, y compris les études d'impact

Tableau 1 : Matrice des techniques de collecte des eaux de surface dans la sous-région de l'Afrique de l'Ouest et du Centre

Techniques	Pays	Unités physiques	Avantages
1. Micro-barrages	Tous pays	Fin des glacis ; dépressions	Usages multiples ; capacité de production plus grande ; recharge des nappes
2. Seuils d'épandage	Sauf Nigeria	Vallées	Recharge des nappes ; reproductibilité
3. Tranchées	Niger ; Burkina Faso ; Tchad	Versants, plateaux, glacis à forte pente	Reconstitution végétale ; récupération des terres marginales ; entretien espacé
4. Murets	Niger ; Burkina Faso	Versants	Reconstitution du pâturage ; production agricole
5. Banquettes	Niger ; Tchad ; Gambie ; Nigeria	Plateaux ; glacis	Reconstitution du pâturage ; production agricole
6. Cordons pierreux	Sauf Gambie et Sénégal	Plateaux ; glacis dégradés ; versants	Reconstitution végétale ; récupération des terres marginales ; entretien espacé ; lutte anti-érosive
7. Demi-lunes	Niger ; Burkina Faso	Glacis ; versants à faible pente	Accroissement des rendements et reboisement
8. Zai	Niger ; Burkina Faso	Plateaux ; glacis ; versants	Accroissement des rendements ; récupération des terres marginales
9. Mares aménagées	Sauf Gambie ; Sénégal ; Mauritanie	Bas-fonds ; dépressions	Usages multiples ; recharges des nappes
10. Dignes en terre	Tous pays	Fin des glacis ; dépressions	Protection des terres submersibles ; rapport coût/ha aménagé avantageux
11. Billons cloisonnés	Niger ; Gambie ; Nigeria ; Burkina Faso	Plateaux, glacis	Conservation de l'humidité
12. Diguettes filtrantes	Niger ; Burkina Faso ; Mauritanie	Vallées ; cours d'eau (<i>oueds</i>)	Reproductible ; lutte anti-érosive ; récupération des terres marginales
13. Scarifiage	Niger	Plateaux	
14. Impluvium	Niger ; Cap-Vert ; Cameroun ; Mauritanie	Partout, en particulier sur les versants	Augmentation de la disponibilité de l'eau

Limites / Contraintes	Coûts	Niveaux technologiques	
		Exécution	Upkeep
Coût élevé ; faible entretien par les bénéficiaires ; maladies hydriques	Élevé, supérieur à la capacité des bénéficiaires	Mécanique	By the beneficiaries
Entretien fréquent ; faible capacité de production ; coût élevé	Élevé, supérieur à la capacité des bénéficiaires	Mécanique	By the beneficiaries
Main-d'œuvre importante	Peu élevé, à la portée des bénéficiaires	Manuelle	By the beneficiaries
Main-d'œuvre importante	Peu élevé, à la portée des bénéficiaires	Manuelle	By the beneficiaries
Main-d'œuvre importante ; moyens mécaniques	Peu élevé, à la portée des bénéficiaires	Mixte	By the beneficiaries
Transport des matériaux	Peu élevé, à la portée des bénéficiaires	Manuelle	By the beneficiaries
Entretien important ; main-d'œuvre importante ; précarité	Peu élevé, à la portée des bénéficiaires	Mixte	By the beneficiaries
Durée de vie limitée ; main-d'œuvre élevée ; disponibilité parfois limitée des matières organiques	Peu élevé, à la portée des bénéficiaires	Manuelle	By the beneficiaries
Coût élevé ; maladies hydriques	Élevé, hors de la portée des bénéficiaires	Mécanique/ Mixte	By the beneficiaries
Durée de vie limitée ; entretien fréquent	À la portée des bénéficiaires	Mécanique	By the beneficiaries
Durée de vie limitée	À la portée des bénéficiaires	Manuelle	By the beneficiaries
Transport des matériaux	À la portée des bénéficiaires	Mixte	By the beneficiaries
	À la portée des bénéficiaires	Mécanique	By the beneficiaries
Main-d'œuvre importante ; coût élevé (pour impluvium moderne)	Variable	Mixte	By the beneficiaries

Source : FAO-RAF, Atelier sous-régional, octobre 1999, Niamey, Niger, non publié

sur les femmes, les effets sur la loi foncière en coopération avec les bénéficiaires, les ONG et les services techniques nationaux concernés ;

- la mise à la charge des populations bénéficiaires des infrastructures des travaux de maintenance des ouvrages ;
- la rentabilité des techniques préconisées pour les paysans.

Impacts institutionnels et politiques

Il a été constaté que l'existence et le contenu des politiques et stratégies varient d'un pays à l'autre. Par ailleurs, dans de nombreux pays, la responsabilité de la conception et la mise en œuvre des techniques de collecte des eaux de surface et de conservation des sols relèvent de plusieurs centres de décision.

Il a également été noté que certains pays avaient plutôt donné la priorité aux grands projets hydro-agricoles au détriment des techniques plus simples, à faible coût, pouvant être gérées et entretenues par les bénéficiaires eux-mêmes.

L'absence d'une politique foncière claire n'a pas non plus permis une plus large diffusion de ces techniques.

Au regard des insuffisances relevées dans les politiques et stratégies de mise en œuvre des techniques de collecte des eaux de surface par rapport aux besoins de la sécurité alimentaire, il est recommandé :

- de mettre en place des mécanismes institutionnels pertinents pour la coordination, la supervision et le suivi-évaluation des projets et programmes de collecte des eaux de surface. De tels mécanismes permettent d'éviter la dispersion des centres de décision et de favoriser le partage des expériences sur le plan local, national et sous-régional ;
- de définir des politiques et stratégies claires en matière de CES. Ces politiques devraient privilégier l'approche gestion des terroirs et une responsabilisation conséquente des bénéficiaires ;
- de définir et d'appliquer concrètement une politique foncière claire et précise avant et pendant la mise en œuvre des projets ;
- de mettre en place au niveau régional un réseau africain sur la collecte des eaux de surface.

Impacts environnementaux

Des résultats présentés dans le *Tableau 2* (ci-dessous), il ressort que la mise en œuvre des techniques de collecte des eaux de surface combinée aux techniques de conservation des sols permet de restaurer le couvert végétal dans des zones désertiques. La récupération des terres marginales est l'un des avantages principaux de ces techniques dans des régions où les terres cultivables sont un facteur limitant, comme c'est le cas du plateau central du Burkina Faso.

De plus, la foresterie rurale est favorisée par le taux de survie élevé des arbres et arbustes sauvages et une recharge des nappes phréatiques. Ce dernier point est souvent décrit par les paysans, mais peu étudié par la recherche à long terme. En revanche, on note que les retenues d'eau, en particulier les micro-barrages, sont parfois sources de maladies hydriques comme la bilharziose.

2. Contraintes à l'adoption des techniques de collecte des eaux de surface

L'analyse des contraintes a porté sur les critères de l'entretien des ouvrages, des formations requises et des arrangements institutionnels. De cette analyse, il ressort que plus les besoins d'entretien des ouvrages sont importants, moins la technique est adoptée par les populations. Les techniques les mieux adoptées sont celles qui sont simples, peu coûteuses et facilement gérables par les populations. Parmi ces techniques, on peut citer les ouvrages en pierres, les bandes plantées de végétaux et les demi-lunes. En revanche, les techniques telles que les mares artificielles et les digues de diversion sont hors de portée des paysans ; les diguettes en terre et la fumure organique requièrent un investissement humain important et ne sont pas durables.

3. Enjeux et perspectives

L'un des enjeux majeurs auquel l'humanité sera confrontée au cours de ce nouveau millénaire est la gestion durable des ressources en eau face aux demandes pressantes et multisectorielles d'une population sans cesse croissante pour une ressource limitée. Dans les pays arides et semi-arides, cette situation est encore plus préoccupante quand on tient compte des caprices du climat, qui n'autorisent que peu d'espoir pour plus d'eau que ce qui est disponible. Malgré les efforts des gouvernements, des institutions nationales et internationales et de la société civile en faveur de la sauvegarde et de l'exploitation durable des ressources naturelles comme l'eau et les sols, il reste beaucoup à faire pour freiner la tendance à la dégradation des terres et à la désertification de même que pour une meilleure valorisation du potentiel d'eau de surface.

Il est maintenant prouvé que les techniques de collecte des eaux de surface sont susceptibles :

- d'augmenter les rendements des cultures,
- d'améliorer les pâturages,
- d'aider à la régénération des forêts dans les zones dénudées,
- de minimiser les effets de l'érosion,
- de recharger la nappe phréatique.

Tableau 2 : Impact des techniques de collecte des eaux de surface sur l'environnement

	Classement	Anti-érosion	Conservation de l'eau	Effet sur la flore	Effet sur la faune	Réhabilitation	Durabilité des effets
Digues en pierres	1	++	++	+	+	++	++
Fossés ados	2	+++	++	+	0	++	+
Rangées de pierres	2	+	++	+	+	++	++
Terrasses	2	++	+++	++	0	-	+++
Bandes végétalisées	2	+	++	++	+	+	++
Zai ou Tasa	3	+	++	+	+	++	+
Demi-lunes	3	+	++	+	+	++	+
Barrages en pierres	3	+	++	+	+	+	++
Tranchées	4	+	++	++	0	+	+
Micro-barrages	4	+	++	++	+	-	++
Digues de diversion	5	0	++	++	+	-	++
Boulis - Mares artificielles	6	-	++	++	+	-	++
Diguettes en terre	7	+++	++	+	0	-	-
Paillage	7	+	++	+	+	+	--
Sous-solages	8	+	+	+	0	+	--

Source: FAO-RAF, Atelier sous-régional, octobre 1999, Niamey, Niger, non publié.

Conclusion

Bien que chaque zone climatique et géographique favorise un certain nombre de techniques de conservation des eaux et des sols, le choix final doit obéir aux critères de durabilité technique, socio-économique, politique, institutionnelle et environnementale aussi bien au stade de la planification que de la mise en œuvre. Les techniques à faible coût, facilement répliquables par les populations, se sont avérées être les plus prometteuses pour une gestion durable des ressources en eau.

Références

- Bangoura, S. 1999, FAO-RAF, *Les techniques de collecte des eaux de surface et la durabilité*.
- FAO, 1990. *La conservation et la restauration des terres en Afrique, un programme international* (ISCRAL).
- FAO, 1991, *Water harvesting by Crichtley Conservation Agronomist Center for Development Cooperation Services*, Free University, Amsterdam.
- FAO, 1994, *Water Harvesting for Improved Agricultural Production*.
- FAO/BRGM, 1993–1994, *Les ressources en eau, Manuels et méthodes*.
- FAO/PNUD, 1991. *Programme international d'action concernant l'eau et le développement agricole durable*.
- FAO-RAF, 1999, *Proceedings of the Western & Central African Workshop on Water Harvesting*, Niamey, Niger (à publier).
- Gadelle, F. 1999, World Bank, Washington, *Les techniques de collecte de l'eau en Afrique de l'Ouest et du Centre*.
- Kunze, D. 1999, FAO-RAF, *Methods to Evaluate the Economic Impact of Water Harvesting*.
- Prinz, D. 1994, University of Karlsruhe, *Water Harvesting Past and Future*.
- Reij C. 1988, *Impact des techniques de la conservation des eaux et du sol sur les rendements agricoles ; analyse succincte des données disponibles pour le plateau central au Burkina Faso*, AGRISK.
- Vlaar J.C. (Ed). 1992. *Les techniques de conservation des eaux et des sols dans les pays du Sahel*. Comité interafricain d'études hydrauliques (CIEH), Ouagadougou, Burkina Faso, Université agronomique Wageningen (UAW), Wageningen, Pays-Bas.

3

Techniques de recueil et de répartition de l'eau dans les zones arides du Soudan

Yousif Yagoub Mohamed, directeur, Administration de la gestion des terres

Introduction

La majeure partie du Soudan est située dans des régions arides et semi-arides où l'eau souterraine est rare et ne peut alors être atteinte qu'en creusant des trous profonds, ce qui coûte très cher. Les écoulements en surface pendant la saison des pluies sont limités aux dépressions le long de courants discontinus appelées localement « oueds ». Certains de ces courants rejoignent le Nil, tandis que la plupart se perdent dans le désert. Les populations rurales et nomades de ces régions sont donc contraintes de migrer durant la saison sèche vers d'autres zones, en quête d'eau et de pâturages. C'est pourquoi le gouvernement soudanais et la population locale ont exploré et suivi les possibilités d'utilisation des eaux d'écoulement de surface afin d'assurer la disponibilité de l'eau potable, de la nourriture et du fourrage et de freiner la vague de migration. Des techniques traditionnelles et modernes de collecte et de répartition de l'eau ont été adoptées dans ce but. Cette approche est essentielle pour être en mesure d'exploiter les sols argileux des oueds et soulager ainsi la pression exercée par les hommes et les animaux sur les sols sablonneux. En plus du fait que l'on contrôle l'état de la désertification sur les sols sablonneux, on assure ainsi la sécurité alimentaire pour les hommes et les animaux durant les périodes de sécheresse et de baisse des précipitations.

1. Techniques adoptées

1.1. MÉTHODES TRADITIONNELLES

Les eaux de pluies sont collectées dans le lit du oued, grâce à de petits remblais de terre appelés localement « terus » (en français, « terrasse »). Ces structures sont construites le long des courbes de niveau, à l'encontre du flux et des écoulements. Ainsi, l'eau est freinée, ce qui lui laisse le temps de pénétrer dans la terre. Les terres situées derrière les terrasses seront donc assez humides pour que l'on y cultive des plantes. La hauteur d'une terrasse traditionnelle varie de 30 à

50 centimètres. Ces terrasses sont construites à la main avec de simples outils. Dans certains cas, elles ne supportent pas la pression hydraulique et il arrive qu'elles se fracturent et s'effondrent.

1.2. MÉTHODES MODERNES

Il est préconisé de modifier les terrasses traditionnelles en les élargissant et en leur donnant une forme en U avec des petites digues faisant diversion et réorientant l'eau collectée pour la distribuer à travers le champ.

L'utilisation de pelleteuses permet de créer de larges remblais qui, se trouvant au travers de l'oued, recueillent une partie des écoulements de surface. L'eau en excès est reconduite vers le plot adjacent. L'eau est ainsi collectée plus efficacement. Cette technique est employée par les fermiers assez riches pour pouvoir payer les travaux de construction.

Une troisième technique consiste à construire un barrage d'une hauteur de 4 à 5 mètres au travers du courant, afin de créer un réservoir. Un déversoir est construit sur le cours du oued pour éliminer l'excès d'eau du réservoir. Le réservoir, constitué à partir du barrage, permet de récolter assez d'eau pour irriguer une large surface cultivée. Il se remplit grâce à l'eau de pluie et des écoulements contenant beaucoup de vase. L'eau destinée à l'irrigation est transportée dans des tuyaux de 25 centimètres de diamètre reliant le réservoir au canal principal. Des valves contrôlent le volume d'eau qui entre dans le canal. Grâce à ce système, non seulement la zone en arrière du remblais peut être cultivée, mais la zone en amont également, car l'eau descend en laissant une terre très fertile grâce à l'humidité emmagasinée.

Cette technique représente des avantages par rapport aux précédentes, en particulier :

- Au cours de l'été, les paysans bénéficient de la saison des pluies et l'eau peut être extraite du réservoir en cas de saison à faibles précipitations ou de sécheresse ;

- Les cultures d'été et d'hiver profitent également de cette technique ;
- Toute pluie supplémentaire pendant la saison des pluies est automatiquement emmagasinée et remplacera l'eau tirée du réservoir pour l'irrigation ;
- Les besoins en eau des plantes seront totalement assurés en aval.

Des techniques similaires ont été adaptées au stockage des eaux de surface pour les besoins d'eau potable.

Les hafirs

Les *hafirs* sont des réservoirs artificiels creusés sur la ligne de partage des eaux. L'eau est collectée par gravitation ou par pompage. Les *hafirs* sont construits dans l'argile ou dans les sols vaseux. Leur profondeur n'excède pas 10 mètres. Le trou est bordé d'une arrête constituée par la terre récupérée par le creusement. Cette construction s'accompagne généralement d'un système de filtrage des pluies pour éviter que la vase et les débris ne pénètrent dans le trou. Les *hafirs* sont aussi reliés à un puits, par l'intermédiaire d'un canal. La population va chercher son eau au puits. Le réservoir est protégé par un fil barbelé pour éloigner les bêtes. Dans les zones sablonneuses, l'intérieur des *hafirs* est recouvert d'une fine toile de polythène imperméable, pour éviter les infiltrations. Cependant, il arrive que les termites endommagent le matériel.

Les barrages d'infiltration

L'objectif des barrages d'infiltration est de permettre des écoulements assez progressifs pour assurer une infiltration de l'eau dans la terre et recharger les nappes phréatiques.

- Il faut qu'il y ait de fortes averses qui garantissent des écoulements suffisants ;
- À cause des différences de relief, l'humidité se répartit de façon inégale dans le sol ;
- Les conditions de drainage insuffisantes ont une mauvaise influence sur les propriétés physiques du sol ;
- Il est difficile de contrôler les inondations lorsqu'il y a des débordements. En période de fortes pluies, il faut donc que la surveillance soit assurée ;
- Il manque des données fiables sur les déversements annuels de la plupart des oueds ;
- Le dépôt progressif de vase réduit l'efficacité du barrage.

2. Avantages de la collecte et de la redistribution de l'eau

- C'est simple.
- C'est bon marché, ce qui permet de l'utiliser partout où cela s'avère nécessaire.
- Cela aide à contrôler l'érosion des sols.
- L'argile alluvial des oueds est mis à profit, ce qui réduit la pression agricole sur les sols sablonneux fragiles.

La disponibilité de fourrage vert est assurée tout au long de l'année.

3. Inconvénients de la collecte et de la redistribution de l'eau

Il existe tout de même quelques inconvénients à ce système, qui sont compensés par les avantages cités plus haut. Ces inconvénients sont les suivants :

4 Développement d'un modèle de collecte des eaux de pluie pour réhabiliter les déserts : étude de cas du Cholistan, au Pakistan

A.D. Khan, Directeur adjoint, Conseil pakistanais de recherches en ressources hydriques, Islamabad, et Dr Zulfiqar Ahmad, Professeur assistant, Département des sciences de la Terre, Université de Quaid-e-Azam, Islamabad

Introduction

Un tiers de la surface du globe, soit plus de 6,1 milliards d'hectares, sont des zones arides, parmi lesquelles presque 1 milliard d'hectares sont hyperarides ou même désertiques. Ces terres sont peuplées par le quart de la population mondiale. Sur les 179,6 millions d'hectares de terres qui font partie du Pakistan, plus de 90 % sont secs, 70 millions d'hectares étant considérés comme des régions arides ou semi-arides. Environ 11 millions d'hectares de terres sont des déserts. L'essentiel des ressources en eau douce du Pakistan est réparti entre les eaux de surface sous forme de rivières et les eaux souterraines dans le bassin de l'Indus. La totalité des eaux de surface du pays représente 173 milliards de m³, dont 76 milliards de m³ sont perdus par évaporation ou par infiltration dans le sol.

La quantité d'eau souterraine extraite dans le bassin de l'Indus représente actuellement 53,06 milliards de m³. En plus de ces ressources souterraines, les eaux de pluie annuelles sont de 49,3 milliards de m³. L'utilisation de ces ressources par le système d'irrigation de l'Indus, le plus grand système d'irrigation continue au monde, a permis la mise en culture de 16,2 millions d'hectares sur un total de 21,4 millions d'hectares de terres cultivées.

La population grandissante du Pakistan exige une augmentation de la surface d'irrigation correspondante ainsi que la réhabilitation des déserts. Cependant, la contrainte principale dans le développement de ces déserts est la disponibilité en eau douce. Thar, Cholistan, Thal et Chaghi-Kharan sont des terres potentielles pour un développement futur. Les sources d'eau classiques ont été presque totalement exploitées et des sources moins conventionnelles comme l'utilisation des eaux de pluies, la désalinisation et la réutilisation des eaux municipales, sont des domaines à exploiter dans le secteur de l'eau au Pakistan.

La plus économique de ces techniques de collecte des eaux est l'utilisation des eaux de pluies. L'eau douce souterraine n'est disponible qu'au Thal, tandis que d'autres déserts sont drainés par des nappes d'eau salée souterraines. Le conseil de recherche pakistanais en ressources en eaux a créé une station de recherches sur le désert dans le

Cholistan, afin de mener des expériences sur la récupération des déserts par l'utilisation combinée des eaux de pluie et des eaux salines souterraines. En particulier, la collecte des eaux de pluie a joué un rôle décisif dans la réhabilitation des dunes de sables arides transformées en prairies verdoyantes couvrant plus de 80 hectares. L'expérience initiale a montré que l'utilisation des eaux de pluie par un système de collecte des eaux conçu de manière optimale pouvait contribuer à freiner la désertification par des techniques biologiques dans le désert du Cholistan.

L'optimisation d'un modèle de système de collecte des eaux de pluies est étudié par l'auteur dans le cadre de son programme de thèse. Ce modèle simule la collecte et la conservation de l'eau d'irrigation dans des réservoirs, en quantité et en qualité désirées, tout au long de l'année. C'est un modèle de simulation qui intègre la collecte de l'eau dans le compartiment du système de réservoir et par d'autres techniques ingénieuses pour réduire les pertes d'eau par évaporation et infiltration dans le sol, qui sont les principales causes de pertes d'eau.

Le modèle intègre les facteurs topographiques, climatiques, hydrologiques, techniques et économiques du système. Son objectif est de calculer l'aire nécessaire pour collecter les eaux de pluie, les rendements totaux sous forme d'hydrographe, l'évaporation, l'infiltration, les taux coûts / bénéfices, les taux de retours et le bénéfice total sur la base de dix jours, sur une année, ou sur la durée totale du projet. Au moins 300 étapes sur ordinateur ont été nécessaires à l'optimisation du design de ce système de collecte de l'eau dans le désert du Cholistan. Ce modèle et ses résultats seront présentés lors du séminaire.

1. Le Pakistan

1.1. ÉLÉMENTS DE BASE

Le Pakistan est né le 14 août 1947 à la suite de la division de l'Inde britannique en deux États souverains, respectivement hindou et musulman. Situé entre les latitudes

23°30' et 36°45' Nord et les longitudes 61° et 75°31' Est, le Pakistan s'étire sur 1 600 km du nord au sud et sur 885 km d'est en ouest, recouvrant une totalité de 796 095 km². Le Pakistan est divisé en quatre provinces : le Baloutchistan, la province de la frontière Nord, le Punjab et le Sindh. Parmi celles-ci, le Baloutchistan est la plus large, avec une surface de 347 190 km², suivi du Punjab, avec 205 344 km², puis du Sindh, avec 140 914 km², enfin de la province de la frontière Nord avec 74 521 km², les zones tribales d'administration fédérale avec 27 000 km² et la capitale fédérale, Islamabad, avec 906 km².

Le Pakistan est divisé en six régions principales : les montagnes du Nord ; les ramifications de l'Himalaya à l'ouest ; le plateau du Balochistan ; le plateau du Potwar et la frange de sel ; la haute plaine et la basse plaine de l'Indus ; enfin, le désert du Thar.

L'estimation de la population du Pakistan, telle qu'elle a été recensée en 1991, était de 113,78 millions avec un accroissement de 3,1 %. Le taux de natalité est élevé (40,5 %) et le taux de mortalité est de 10/1000. La majorité de la population est musulmane. Une petite minorité d'Hindous, souvent de grands propriétaires terriens, se sont installés dans les districts frontaliers du Sindh. Les Chrétiens sont répartis sur tout le territoire et représentent environ 3 % de la population totale. À l'exception des postes de Premier ministre et de chef de gouvernement, tous les postes sont accessibles à n'importe quelle minorité.

1.2. CLIMAT ET RESSOURCES TERRESTRES

Situé au nord du tropique du Cancer, le Pakistan possède une grande diversité climatique, des régions les plus chaudes du monde comme les districts de Jacobabad et de Sibi jusqu'aux régions froides et neigeuses du Balochistan et des montagnes du Nord. Le long de la côte, le climat est influencé par les vents venus de la mer. Le Pakistan se trouve à la limite du climat de mousson. Les pluies sont rarement suffisantes de sorte que le Pakistan est sec. À cause de la diversité climatique, une grande variété de plantes est cultivée, ce qui assure l'équilibre économique agricole du pays.

Dans les plaines, les températures minimales varient de 4 °C à 15 °C en janvier et de 30 °C à 39 °C en juin/juillet. Les températures maximales varient de 17 °C à 24 °C en janvier et de 37 °C à 45 °C en juin/juillet. On a même relevé un maximum de 52 °C à Jacobabad. Les températures minimales dans les montagnes du Nord atteignent moins de 0 °C.

La superficie totale du pays est de 79,6 millions d'hectares, dont 70 millions sont considérés comme arides et semi-arides. Environ 41 millions d'hectares sont exclusivement arides, 11 millions étant des déserts. La majorité de la population tire ses ressources de ces régions arides et semi-arides. Ces régions sont donc dégradées à cause de la surexploitation des sols, des plantes et de l'eau. Les principaux déserts sont le Thar (4 300 000 ha), le Cholistan (2 580 000 ha), le Thal (2 300 000 ha), le Chaghi-Kharan, le D.I. Khan et autres (1 820 000 ha). Les eaux souterrai-

nes de ces déserts sont salines, avec quelques points d'eau douce. Dans le désert du Thal, l'eau est disponible en quantités suffisantes.

1.3. RESSOURCES EN EAU DU PAKISTAN

D'un point de vue hydrologique, le Pakistan est divisé en deux régions. L'une est le bassin de l'Indus et l'autre est la région sèche du Balochistan. Le bassin de l'Indus recueille une partie des eaux du réseau fluvial de l'Indus, lequel est composé de plusieurs bras. Le plus important rejoint la plaine de l'Indus. Sur sa rive gauche se trouvent Jhelum, Chenab, Ravi et Sutlej. Une partie du bassin de captation de l'Indus et de ses bras se trouve dans des pays limitrophes. La totalité du bassin de captation du réseau fluvial de l'Indus contient sept pics montagneux parmi les plus hauts du monde et sept glaciers parmi les plus grands. Le Pakistan a trois bassins de drainage principaux : le bassin de l'Indus, le bassin fermé du Kharan et le bassin côtier du Makran. Le bassin de l'Indus représente 75 % de la surface totale des bassins, tandis que les deux autres ensembles représentent seulement 25 %. Les principales ressources en eau du Pakistan sont celles du bassin de l'Indus. Le flux de l'Indus au niveau de la station de RIM est de 172,7 milliards de m³ par an. De plus, les précipitations directes et les réserves en eaux souterraines sont respectivement de 49,3 milliards et 53,02 milliards de m³. Les ressources disponibles nettes, après avoir considéré les pertes par évaporation et infiltration et les 12 milliards de m³ utilisés pour transporter le sel vers la mer, sont de 197 milliards de m³. Les ressources en eau douce en dehors du bassin de l'Indus excèdent rarement les 5 milliards de m³.

Il est clair que les contraintes du Pakistan sont de l'ordre des ressources en eau plutôt que des limitations de terrain. Les eaux facilement exploitables sont quasiment épuisées. Le Pakistan a eu suffisamment de ressources en eau dans le passé mais est maintenant devenu un pays qui en manque sérieusement. Les demandes en eau continuant à augmenter régulièrement, il faudrait 231 milliards de m³ d'eau en 2010 pour conserver la surface agricole actuelle, alors que le volume total d'eau disponible n'est que de 192 milliards de m³. Le faussé existant entre la demande et la disponibilité des ressources en eau peut être réduit par une gestion efficace des ressources classiques existantes et une exploitation adaptée des ressources alternatives telles que la collecte de l'eau de pluie, l'osmose inversée, le drainage des effluents et l'utilisation des eaux souterraines salines. La collecte des eaux de pluie est évidemment la technique la moins coûteuse pour accéder à de nouvelles ressources en eau.

1.4. COLLECTE DE L'EAU AU PAKISTAN

Les eaux sont collectées dans presque toutes les régions du Pakistan. Diverses techniques dépendant de l'utilisation de l'eau, de la topographie et du climat régional sont utilisées depuis des siècles. Dans la région vallonnée du

Balochistan, la collecte des eaux de pluie est pratiquée à trois niveaux : microscopique (Manada), moyen (Kuslaba) et macroscopique (Banadat Saliba). Dans les hauts plateaux du Punjab, l'eau est collectée selon le principe de l'oued, localement appelé *rud-kahoi* ou « torrents des collines ». Les habitants du désert recueillent l'eau qui s'amoncelle entre les dunes dans des récipients en argile appelés localement *tobas* ou *kunds*.

2. Le désert du Cholistan

Le Cholistan est un désert sablonneux de la province du Punjab, recouvrant environ 2,6 millions d'hectares. Cette surface est caractérisée par un climat hyperaride. Les précipitations sont peu abondantes, variables et rares. Les principales précipitations varient entre 100 millimètres dans le nord et 200 millimètres dans le sud. Elles sont légèrement plus abondantes à la frontière indo-pakistanaise où elles atteignent 250 millimètres. La plupart des précipitations sont observées en période de mousson. La température moyenne annuelle est de 27,7 °C, la température moyenne en été est de 35,5 °C, tandis que la température moyenne en hiver est de 18 °C. La température moyenne mensuelle est de 46 °C pour les maximales et de 7 °C pour les minimales. La température maximale enregistrée est de 52 °C et la température minimale de -2 °C. Les sols sont constitués de loess et de particules transportées par le vent.

Le désert du Cholistan est divisé en deux parties : le grand Cholistan et le petit Cholistan. Les dunes de sable du petit Cholistan sont légèrement vallonnées tandis que 44 % de celles du grand Cholistan présentent des pentes raides. La hauteur des dunes varie entre 30 et 125 mètres. Les sols non salins sablonneux représentent 27 % de la surface et les sols non salins argileux, 12 %. Cependant, les sols salins sablonneux représentent 17 % de la superficie totale du désert du Cholistan.

La population totale du Cholistan est de 110 000 habitants. Le taux d'accroissement de la population est de 3 %. Le Cholistan est drainé par des eaux salines souterraines et il n'y a pas de courant ou de rivière persistante. Ainsi, l'eau de pluie est la seule ressource en eau disponible pour abreuver les hommes et les animaux. Les habitants du désert sont des bergers au mode de vie nomade. La pratique existante des nomades est de recueillir les eaux de pluie dans les dépressions entre les dunes, le sol y étant souvent argileux avec un taux d'infiltration bas (appelé localement *dahrs*). Ces sols sont un bon moyen naturel de recueillir les eaux à petite échelle. Les nomades collectent l'eau de ces dépressions et les recueillent dans des bassins creusés. Cependant, ces bassins sont conçus très simplement et l'eau s'en évapore rapidement. La capacité de réservoir de ces bassins ne dure que deux ou trois mois. Une fois ces réserves d'eau épuisées, les nomades repartent pour chercher un autre

point d'eau. Ces mouvements de va-et-vient des nomades perturbent l'équilibre socio-économique du désert.

3. Collecte de l'eau et réhabilitation du désert du Cholistan

En 1982, le conseil de recherche pakistanais a été chargé d'effectuer une surveillance écologique et de réaliser une cartographie. Le Cholistan a été choisi et cartographié en 1986. Les expériences de lutte contre la désertification ont commencé en 1988 par des techniques mécaniques et biologiques. Le principal problème à ce stade initial était l'inexistence d'eaux d'irrigation pour établir une couverture végétale sur les dunes de sable. La seule ressource en eau disponible sur le site était l'eau de pluie et les premières tentatives de captation ont été entreprises en 1989. Un bassin de recueillement de l'eau de pluie d'une capacité de réserve de 80 000 m³ a été construit dans une petite zone de captation de 90 hectares à proximité du village de Dingarh. L'eau collectée pouvait durer huit mois et elle était utilisée pour alimenter des pépinières de plantes résistant à la sécheresse et au sel comme l'*Acacia arabica*, le Tamarinier, *Acacia prosopis*, *Zyzyphus*, *Parkinsonia*, *Ampliceps* et le *prosopsis* australien. Durant la première année de l'expérience, 5 acres de ces arbres ont été cultivés. Deux bassins de collecte des eaux ont été installés dans la même zone de captation pendant les deux années suivantes et les plantations ont été étendues à 20 acres avec le rajout d'herbes, de buissons et de plantes économiquement utiles comme le Jojoba.

Les résultats encourageants de collecte des eaux pour réhabiliter les terres arides du Cholistan et améliorer les réserves de ressources en eau pour la population locale du village de Dingarh et son bétail a motivé le conseil à concevoir un système de collecte des eaux se basant sur les données scientifiques de l'utilisation optimale des ressources en eau. Une simulation par ordinateur a été élaborée et un réservoir d'une capacité de 0,26 million de mètres cubes a été construit sur les bases de cette simulation. L'eau recueillie dans ces petits réservoirs a été utilisée en conjonction avec les eaux souterraines salines et 60 hectares de dunes ont été transformés en étendues vertes au cours des dix dernières années. Une brève description des bases théoriques de ce système de collecte de l'eau et de la simulation par ordinateur est présentée au paragraphe suivant.

3.1. SYSTÈMES DE COLLECTE DES EAUX

La collecte de l'eau est un procédé de captation des précipitations naturelles pour une utilisation bénéfique. Bien que le terme de collecte des eaux de pluie soit utilisé dans des sens différents, ses caractéristiques principales sont les suivantes :

- elle est pratiquée dans les régions arides et semi-arides où les eaux de surface sont souvent intermittentes ;

- elle est basée sur l'utilisation de l'écoulement des eaux de surface, ce qui requiert à la fois la production d'un écoulement et son recueillement.

À cause du caractère intermittent des écoulements, le réservoir fait partie intégrante du système de collecte des eaux et l'eau collectée peut être mise en réserve directement dans le sol, dans de petits réservoirs ou des bassins. La classification du système de collecte de l'eau est basée sur la différenciation entre les types de réservoir et d'utilisation de l'eau.

La compartimentation du réservoir technique

La compartimentation du réservoir technique est une méthode efficace pour conserver l'eau dans les zones plates. C. Brunt, un hydrologue associé au Centre de recherches sur les ressources en eau à l'Université d'Arizona, a présenté cette technique, dont les bases théoriques sont expliquées aux paragraphes suivants.

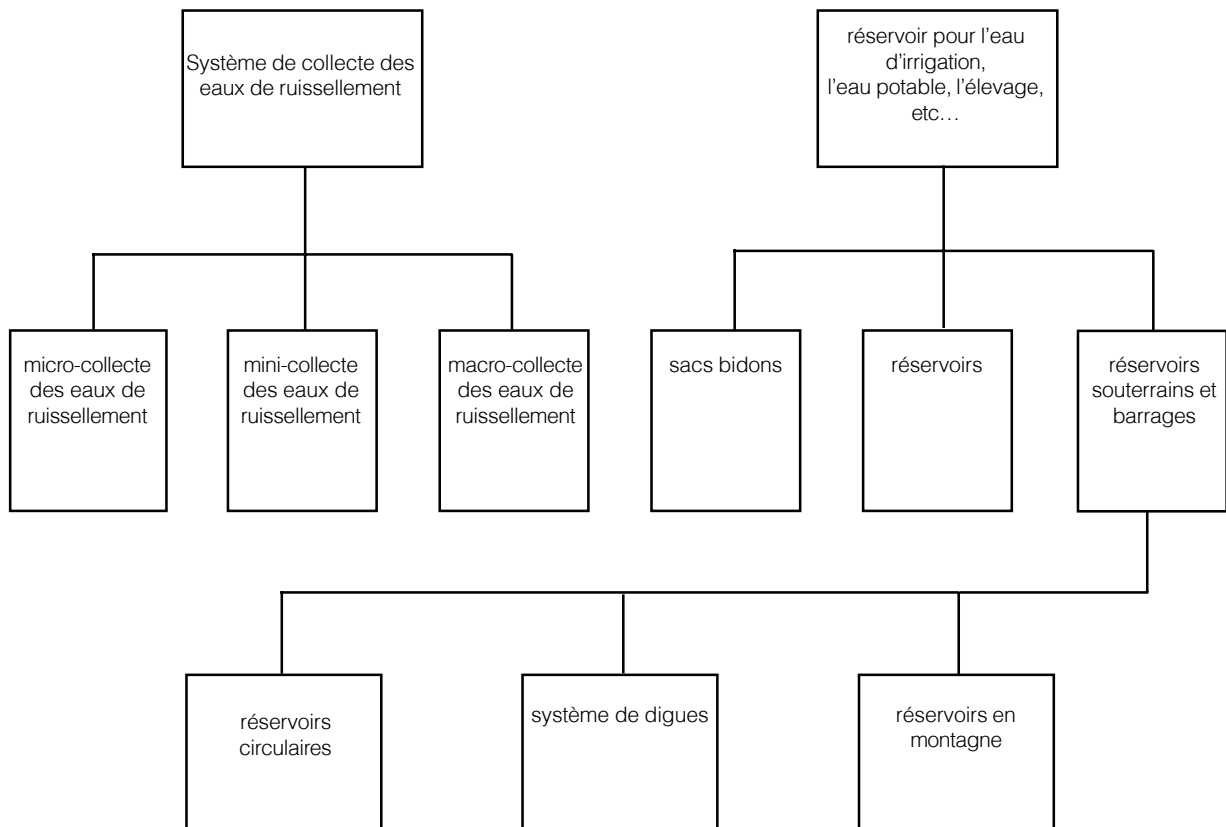
Le réservoir consiste en un compartiment de réception, appelé A, situé au-dessous du niveau du courant et donc peu profond. Les compartiments B et C sont plus petits en surface mais ont une plus grande profondeur. Le réservoir fonctionne de la manière suivante : lors des écoulements d'eau durant la saison des pluies, l'eau est pompée du réservoir A pour alimenter les réservoirs B et C. L'eau est ensuite tirée du compartiment

A pour la consommation jusqu'à ce que les pertes par évaporation et infiltration des compartiments B et C correspondent à la quantité d'eau disponible dans le compartiment A. À ce stade, une pompe est utilisée pour éliminer l'eau restante dans A et remplir les compartiments B et C. Cela permet d'éviter les pertes par évaporation et infiltration dans le compartiment A. L'eau est ensuite tirée du compartiment B pour la consommation jusqu'à ce que la quantité d'eau dans le compartiment B soit égale aux pertes par évaporation et infiltration du compartiment C (espace vide dans C). À ce stade, une pompe est utilisée à nouveau pour éliminer l'eau restante dans B et remplir le compartiment C. Cela évite les pertes par évaporation du compartiment B. Le compartiment C est ensuite rempli et le compartiment B se vide ; l'eau est alors tirée du compartiment C.

Le système de compartimentation des réservoirs peut être appliqué aux anciens comme aux nouveaux réservoirs. Étant donné que la pompe est utilisée pour remplir les compartiments en terrain plat, tous les compartiments, sauf le compartiment de réception, peuvent être approfondis en construisant le remblai au-dessus du niveau du courant.

De récentes améliorations de l'efficacité de ces pompes les ont rendues plus efficaces. L'utilisation de pompes à haut débit alimentées par des moteurs de tracteurs ou de camions ont rendu ces techniques plus sûres.

Figure 1 : Types de systèmes de collecte des eaux



5

Problématique de l'avancée de la langue salée au Sénégal : aperçu sur la lutte contre les pertes en terres dans les zones côtières de la Casamance

Gora N'diaye, ministère sénégalais de l'Énergie et de l'Hydraulique, Service de gestion et de planification des ressources en eau

Introduction

Situé sur l'extrémité ouest du continent africain, approximativement entre les latitudes 12° et 16,5° Nord et les longitudes 12° et 17° Ouest, le territoire sénégalais s'étend essentiellement sur un vaste bassin sédimentaire, bordé par l'Océan Atlantique sur près de 600 kilomètres de côtes.

La baisse de la pluviométrie liée à la péjoration climatique survenue après 1968 et la surexploitation des nappes ont fragilisé l'équilibre entre eaux douces et eaux salées. Dans les régions naturelles de Casamance et du Sine Saloum, cela s'est traduit par une avancée du front d'eau salée dans les cours d'eau et les aquifères. L'avancée des eaux salées comporte des impacts négatifs majeurs sur les ressources en eau et les sols. La qualité des eaux douces est altérée, les ressources en eau potable sont ainsi réduites. L'augmentation de la salinité entraîne la perte d'importantes surfaces forestières ou agricoles. Le retrait des plans d'eau salée s'accompagne de l'extension des tannes. On comprend bien l'importance des enjeux, compte tenu de la valeur économique des zones concernées (zones d'habitations, agriculture, pêche, foresterie...).

Ce document donne un aperçu sur la problématique de l'avancée de la langue salée et ses conséquences et présente quelques actions menées par le Sénégal pour lutter contre ce phénomène, afin de protéger ou de récupérer des surfaces agricoles ou forestières.

1. Problématique de l'avancée du front d'eau salée

1.1. RAPPELS SUR LE CONTEXTE PHYSIQUE

Sols et végétation

La zone d'étude correspond à la région de Ziguinchor. Elle est située au sud-ouest du Sénégal ; c'est la région qui s'étend à l'ouest de Kolda, appelée basse et moyenne vallée de la Casamance. Cette région est occupée par

des vasières régulièrement submergées par la marée et couvertes de mangroves. Les anciennes vasières présentent par endroits des sols salés et dénudés, les tannes. Elles nécessitent un lessivage en surface pour être aptes à la riziculture.

Dans les zones situées en amont des vallées, les sols sont hydromorphes et présentent de bonnes qualités chimiques. L'occupation du sol est caractérisée par une forte imbrication des zones d'agriculture pluviale et de forêt claire. La forêt est dense au niveau des zones de mangroves. Le domaine sylvo-pastoral est localisé dans les hautes vallées.

Pluviométrie

Le régime des précipitations est caractérisé par l'alternance d'une saison sèche (novembre à avril) et d'une saison pluvieuse (mai à octobre) liée au mouvement du front intertropical.

Les pluies sont engendrées par la mousson venant de l'anticyclone de Sainte-Hélène. Avec la péjoration climatique vécue après 1968, les apports pluviométriques ont légèrement diminué. Le module pluviométrique annuel est passé de 1 500 millimètres (1951–1970) à 1 200 millimètres (1970–1990). Depuis trois ans, il y a un rehaussement notable de la pluviométrie. La *Figure 1* suivante illustre l'évolution de la pluviométrie à Ziguinchor.

Le réseau hydrographique

Le bassin de la Casamance est caractérisé par un cheveu hydrographique très dense. Sa partie continentale se situe en amont de Kolda où le lit du cours d'eau n'est pas plus large qu'une cinquantaine de mètres. Le lit s'élargit progressivement et atteint 4 kilomètres à l'aval de Sédhiou et 8 kilomètres vers l'embouchure. Le réseau hydrographique est formé par la réunion de plusieurs petits cours d'eau qui drainent les plateaux du haut bassin : Thiangol Dianguina, Khorine, Niampampo, Dioulacolon. Plus en aval, la Casamance reçoit de

Figure 1 : Évolution de la pluviométrie à Ziguinchor (millimètres)

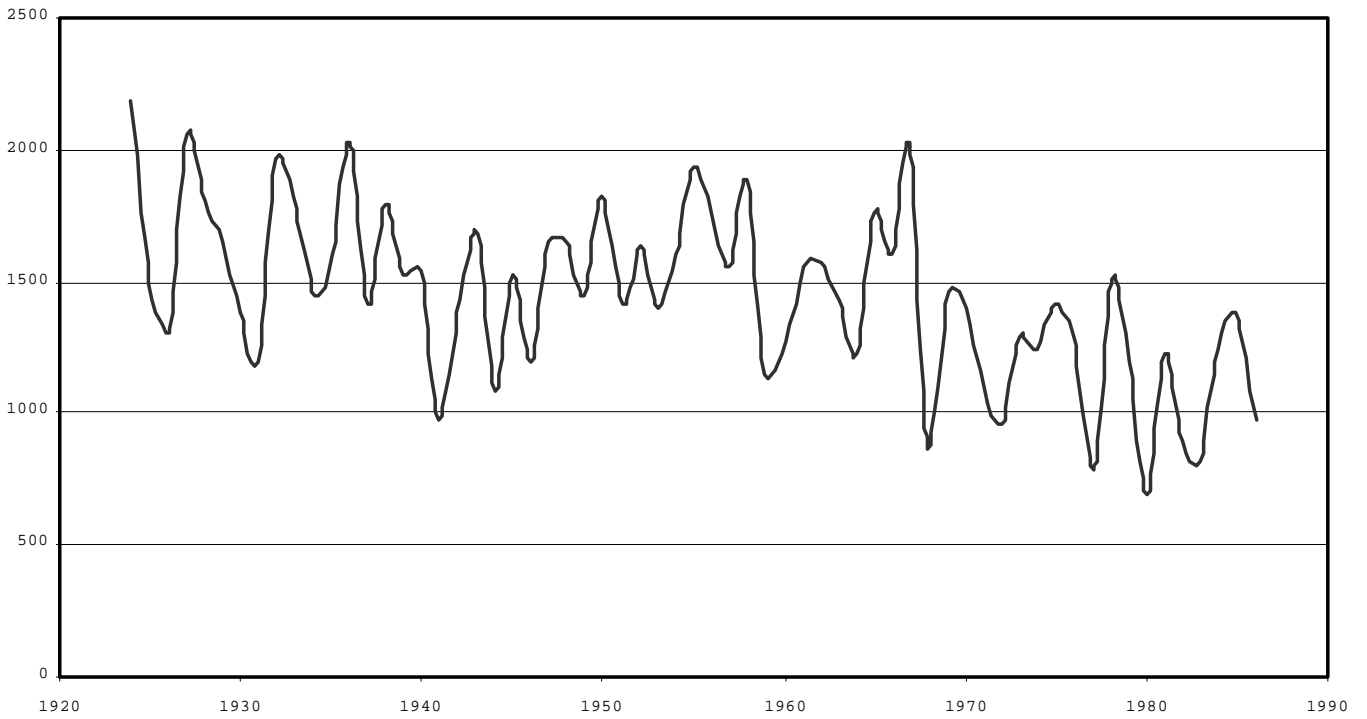
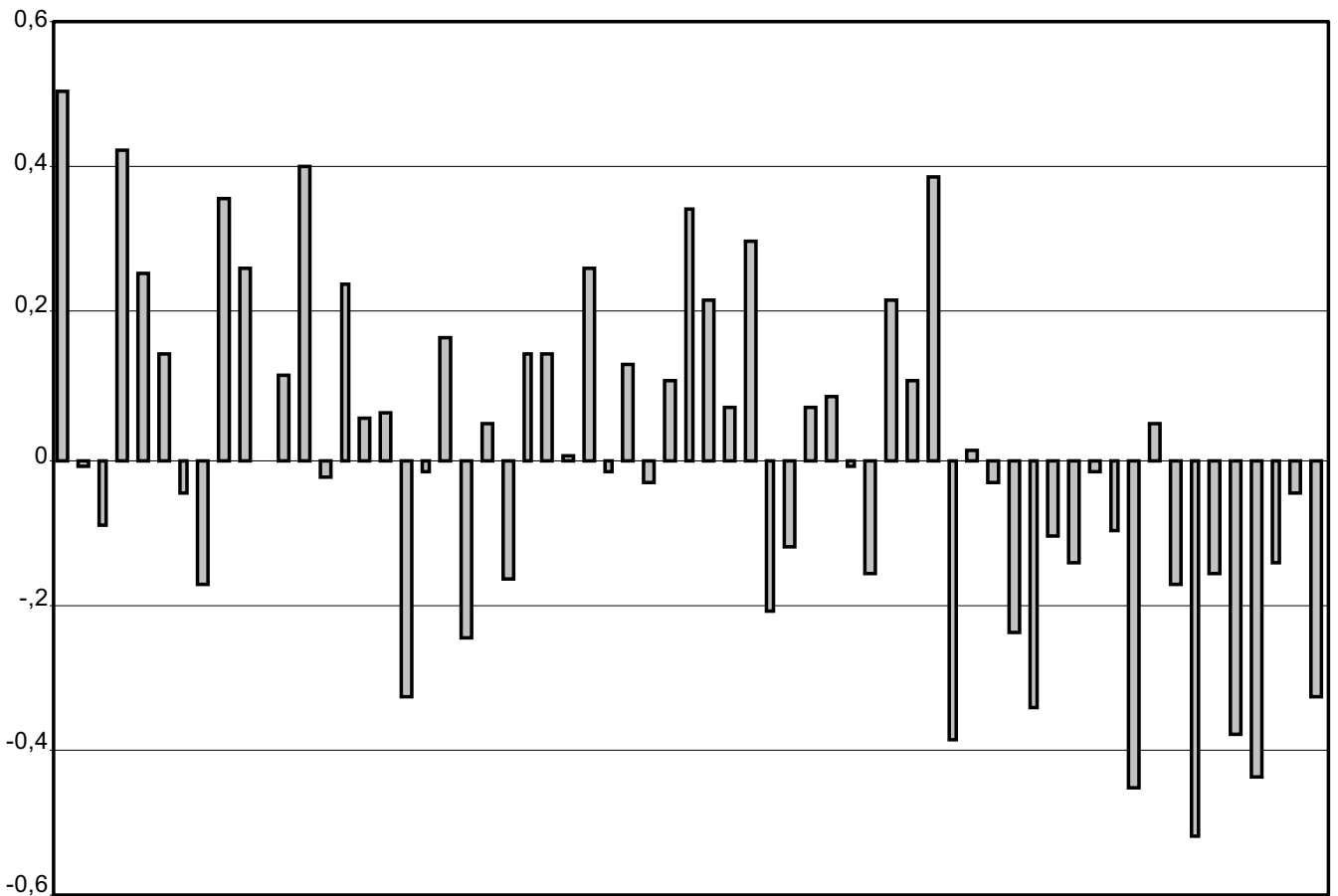


Figure 2 : Évolution de la pluviométrie à Ziguinchor, écarts à la moyenne



nombreux affluents formés par le Soungrougrou et les bolongs de la basse vallée : Kamobeul, Diouloulou, marigots de Baïla, Bignona, Guidel, Tanaff... En plus de ce réseau de cours d'eau, le bassin de la Casamance comporte de nombreuses zones de mangroves, de tanes et de bas-fonds dont la morphologie change du littoral vers le haut bassin.

1.2. PROCESSUS DE L'AVANCÉE DE LA LANGUE SALÉE ET DE LA SALINISATION DES TERRES

Le bassin de la Casamance s'étend sur des formations sédimentaires sablo-argileuses qui décrivent un relief de plateau entaillé par le réseau hydrographique.

Les cours d'eau sont caractérisés par des pentes faibles, ce qui entraîne un ralentissement de la dynamique fluviale, malgré l'abondance des pluies. À Kolda, le volume écoulé moyen s'élève à 36 millions par an, soit moins de 1 % des apports pluviométriques. La faiblesse de la pente facilite la remontée de la langue salée dans le continent. L'eau salée occupe une bonne partie des cours d'eau de la Basse et Moyenne Casamance. L'onde de marée remonte le lit de la rivière et de ses affluents jusqu'à une distance de 200 kilomètres à l'intérieur du continent, bien au-delà de Diaroumé. Elle arrive à Djibidjone sur le marigot de Baïla à 154 kilomètres de la côte.

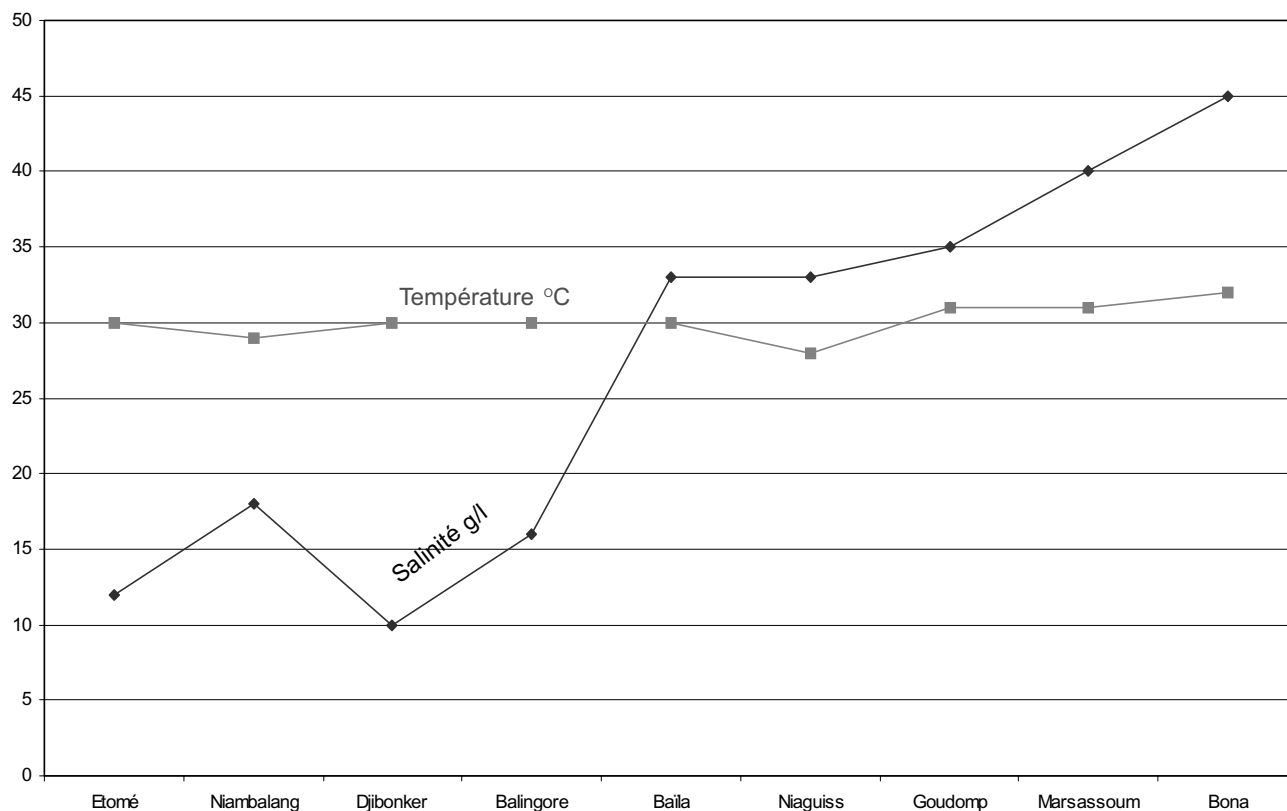
L'une des conséquences de cette intrusion d'eaux maritimes est la salinisation des eaux et des sols. En

saison des pluies, les apports d'eau de pluie permettaient un lessivage, ce qui entraînait le retrait des eaux salées. Les plus fortes concentrations mesurées étaient de l'ordre de 50 grammes par litre (salinité de l'eau de mer : 36 gr/l). Depuis 1972, les mesures de salinité maximale dépassent 100 grammes par litre. Une concentration de 154 grammes par litre a été mesurée à Djibidjone à 158 kilomètres de l'embouchure. La salinité a tendance à augmenter du fait du taux d'évaporation très élevé (il atteint 2 000 mm par an) et de la faiblesse de l'écoulement, qui ne peut évacuer les sels qui s'accumulent dans la partie située en amont du bief maritime.

Ce phénomène a été accentué par l'évolution climatique de ces dernières décennies. Une hypersalinisation est observée pendant les années sèches (1983,1984). Avant les années de sécheresse (1968), la salinité diminuait de l'embouchure vers l'amont. Sur les cours d'eau côtiers, les apports de la nappe, la pluie directe et le ruissellement permettent de repousser la langue salée lorsque l'hivernage est pluvieux.

Sur la Casamance, les apports de la nappe ont diminué considérablement à cause de la baisse du niveau piézométrique. Le gradient de salinité s'est inversé ; la salinité augmente de l'embouchure vers l'amont, avec des taux assez élevés. Cependant, avec la reprise pluviométrique de ces dernières années, cette tendance semble changer progressivement.

Figure 3 : Évolution de la salinité dans le bief maritime de la Casamance



2. Impacts observés

2.1. PERTES DE LA SURFACE FORESTIÈRE

Le retrait des plans d'eau et l'augmentation de la salinité ont entraîné une régression des forêts de mangroves. De 931 km² en 1973, la superficie de la mangrove est passée à 887 km². La baisse est évaluée à 25 % si l'on tient compte de la densité du peuplement. Le volume sur pied est estimé à 150 m³/ha en Gambie.

Cette diminution des surfaces forestières a aussi touché la moyenne Casamance où de nombreux hectares de forêts ont été perdus du fait de l'augmentation de la salinité.

Les forêts paléuviers contribuent de façon notable à l'économie nationale, avec la production d'huîtres et la production de bois de chauffe ou de bois de construction.

2.2. AUGMENTATION DE LA SURFACE DES TANNES

La baisse pluviométrique a entraîné :

- une réduction des apports en eaux douces ;
- une grande diminution des surfaces d'eau libre du fait de la péjoration climatique. Le retrait était estimé à près de 60,2 km² ;
- une remontée des eaux marines.

L'absence d'un bon lessivage et l'augmentation des apports en sel ont ainsi accéléré la salinisation et l'acidification des sols à des degrés insupportables pour la végétation. Cela a entraîné l'augmentation de la surface des tannes, qui est passée de 73 km² à 126,75 km² entre 1973 et 1979. Elle atteint actuellement 200 km².

Les tannes sont très présentes sur les rives des marigots de Baïla, Diouloulou et Kamobeul Bolon. Elles présentent un aspect un peu herbeux quand la salinité n'est pas excessive. Elles sont nues lorsque la salinité est trop forte.

3. Actions de lutte et de conservation menées par le Sénégal

Le monde rural de la Casamance compte près d'un million d'habitants, soit près de 70 % de la population totale. L'agriculture constitue l'activité économique dominante, ce qui explique l'importance de la gestion des ressources en sols et en eaux. C'est à cet effet que l'État du Sénégal a initié de nombreux projets visant à consolider les acquis par la construction d'ouvrages de protection anti-sel, et par l'amélioration des techniques culturales et la sécurité de l'alimentation en eau en hivernage et à augmenter les surfaces agricoles par la récupération des terres salées.

Les principales actions de lutte anti-sel portent sur :

- la construction de barrages anti-sel ;
- la construction de digues transversales de régulation ;
- la construction de diguettes et de drains.

Les terres protégées par des barrages anti-sel sont lessivées par les eaux de ruissellement qui sont contrôlées au besoin par de petits ouvrages de régulation. Les barrages anti-sel actuellement en fonction sont :

- le barrage de Guidel, qui permet de protéger 800 hectares ;
- le barrage d'Affiniam, sur le marigot de Bignona, qui protège 5 000 hectares ;
- une cinquantaine de petits barrages anti-sel ont été construits avec la participation des populations bénéficiaires. Ils permettent de protéger des superficies de 100 à 200 hectares dans les vallées affluentes de la Casamance et du Soungrougrou.

Tableau 1 : Évolution de l'occupation du sol en Casamance entre 1973 et 1979 (M. SALL, 1980)

Classes	Superficie (km ²) 1973	Superficie (km ²) 1979	Différence
Cordons sableux	115,75	139,5	+ 23,75
Végétation dense	949	788,5	- 160,5
Mangrove Végétation clairsemée	931,5	907,5	- 24
Tannes	73	126,75	+ 53,75
Eaux	682,5	622	- 60,2

Dans le cadre de l'amélioration des techniques culturales, les études de l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM) (actuel l'Institut de Recherche pour le Développement, IRD) et de l'Institut sénégalais de Recherche Agronomique (ISRA) montrent que le dessalement superficiel des terres peut être suffisant lorsque l'on combine la culture traditionnelle en billon avec un réseau de drainage qui évacue les sels dissous. Au début de la saison des pluies, un volume de 2 500 m³ par hectare permet d'effectuer un dessalement par lâchers à marée basse. Le repiquage du riz est effectué ensuite durant la première quinzaine d'août. Un plan d'eau douce suffisant est maintenu par la suite grâce aux apports du bassin versant.

Les actions citées ici ont été réalisées ou sont en cours de réalisation à travers de nombreux projets initiés par l'État :

- Projet d'aménagement du barrage d'Affiniam,
- Projet intégré de développement de la Casamance (PIDAC),

- Projet de développement rural de la Basse Casamance (DERBAC), qui a prit le relais du PIDAC,
- Projet de gestion des eaux du sud (PROGES),
- Projet rizicole de Sédhiou (PRS),
- Projet de développement rural intégré de la Moyenne Casamance (PRIMOCA), qui a remplacé le PRS,
- Projet de Guidel.
- Programme de lutte anti-sel (PRODULAS).

Le tableau ci-dessous illustre le diagnostic et les actions menées par le DERBAC dans la vallée de Mampalago en 1992.

Conclusion et recommandations

L'avancée de la langue salée évoquée dans la présente communication constitue l'un des risques majeurs de pertes en surfaces agricoles, en surfaces forestières ou en terres tout court dans les zones basses des régions côtières. C'est un phénomène qui s'explique par des causes naturelles telles que la sécheresse et la montée

Tableau 2 : Plan d'action campagne 1992

Vallée	Superficie des terres basses	Problématique	Actions nécessaires	Consistance des travaux et commentaires
Mampa-lago	1.370 km ²	Intrusion du sel sur 12 km.	Lutte anti-sel.	Construction de digues anti-sel.
		Différence de niveau très sensible entre le drain principal et les bras connexes. Ruissellement instantané.	Amélioration des conditions hydriques de la riziculture.	Construction d'une cascade de digues de régulation pour améliorer les apports d'eau à la riziculture.
		Riziculture de bas fond en recul	Redynamisation et restructuration de la riziculture.	Encouragement du retour à la riziculture aquatique en garantissant l'eau, les techniques appropriées et l'accès à l'équipement adéquat.
		Déforestation / érosion des sols de plateau et pente. Ensablement	Action de conservation des sols et lutte anti-érosive.	Protection agroforestière des bandes envahies par le sable. Introduction et développement de techniques simples, individuelles et collectives de conservation des sols.

du niveau de l'océan. Cependant, il y a aussi des facteurs anthropiques qui en sont souvent à l'origine ou qui peuvent l'aggraver ; c'est le cas lorsque les aménagements hydro-agricoles sont mal conçus :

- mauvais choix de l'emplacement des ouvrages ;
- mauvais fonctionnement hydraulique (surtout, absence de drainage) ;
- excès d'eau d'irrigation qui entraîne la remontée des eaux salées de la nappe ;
- hypersalinisation en aval avec la rétention des eaux douces en amont ;
- pompage excessif des nappes d'eau côtières ;
- déforestation.

Au vu des risques d'extension du phénomène, la lutte menée semble encore assez timide. Les surfaces forestières et les périmètres agricoles devraient être mieux protégés par des endiguements et des ouvrages de contrôle des niveaux. La baisse de la pluviométrie et la tendance à la montée du niveau des mers ces dernières années pourraient engendrer davantage l'avancée du front d'eau salée.

Les moyens de lutte mis en œuvre pour prévenir, atténuer les impacts ou arrêter la langue salée devraient être augmentés, compte tenu de l'importance économique des zones concernées : agriculture, production de bois de chauffe et de construction, pêche, production d'huîtres, etc.

L'étude, le suivi du fonctionnement hydrologique et le suivi des indicateurs environnementaux sur les petits bassins versants et sur le cours principal de la Casamance devraient être améliorés, notamment en associant les populations pour le choix des meilleures options d'aménagements et la bonne conception des ouvrages. À cet effet, le suivi de l'évolution de la salinité et de l'acidité devrait être généralisé sur toutes les stations limnimétriques de la Casamance.

Bibliographie

Bilan diagnostic des ressources en eau du Sénégal, SGPPE, 1994.

Inventaire des zones humides de la Casamance, H. Dacosta, R. Gomez, Union mondiale pour la nature (UICN), 1998.

Rapport de campagne 1992, DERBAC.

Monographie du fleuve Sénégal, ORSTOM, 1994.

Monographie du fleuve Gambie, ORSTOM.

Études hydrologiques en Casamance, Y. B. MORET, ORSTOM, 1969.

Schéma directeur d'aménagement hydraulique de la zone « Casamance-Kayanga », SGPPE, 1994.

6 Gestion des ressources en eau en Côte d'Ivoire

Lanciné Coulibaly, direction de l'Hydraulique, sous-direction de l'Hydrologie

Introduction

La république de Côte d'Ivoire, d'une superficie de 322 462 km², est située en Afrique Occidentale, entre les latitudes 4° 30' et 10° 30' Nord et les longitudes 2° et 9° Ouest. Elle est limitée au nord par le Mali et le Burkina Faso, à l'ouest par le Liberia et la Guinée-Conakry, à l'est par le Ghana. Elle s'ouvre au sud sur le golfe de Guinée par une façade atlantique d'environ 500 kilomètres de long. Sa population est estimée aujourd'hui à environ 15 millions d'habitants. Trois grands types de paysage peuvent être observés du nord au sud du pays :

- la savane arborée et/ou herbeuse du domaine soudanais au nord ;
- la forêt claire au centre formant un V au-dessus de la ville de Dimbokro ;
- la forêt dense guinéenne au sud.

Le réseau hydrographique de la Côte d'Ivoire comprend quatre grands cours d'eau dont certaines caractéristiques sont présentées dans le *Tableau 1* (ci-dessous).

Tous ces cours d'eau s'écoulent du nord vers le sud pour se jeter dans la mer.

1. Ressources en eau disponibles en Côte d'Ivoire

1.1. RESSOURCES EN EAUX SOUTERRAINES

La disponibilité en eaux souterraines est très variable d'une région à une autre.

Réserves hydrauliques

Le bassin sédimentaire côtier contient environ 7 milliards de mètres cubes d'eau dans les nappes des sédiments du Tertiaire. Le socle cristallin contient environ 78 milliards de mètres cubes d'eau.

Ressources renouvelables

Dans les sédiments du Tertiaire, les ressources renouvelables sont estimées à environ 2,1 milliards de

Tableau 1 : Caractéristiques générales des principaux cours d'eau

Cours d'eau	Superficie (km ²)	Longueur (km)	Débit moyen annuel (m ³ s ⁻¹)
Bandama	97 000	1 050	365
Comoé	78 000	1 160	105
Sassandra	75 000	840	575
Cavally	28 800	700	427

m³/an tandis qu'elles sont de l'ordre de 640 millions de m³/an dans les sédiments du Quaternaire.

1.2. RESSOURCES EN EAUX DE SURFACE

En Côte d'Ivoire, les apports atmosphériques sont caractérisés par une très grande variabilité, aussi bien dans l'espace que dans le temps. En effet, en année moyenne, les précipitations varient entre 2 400 millimètres dans l'extrême sud-ouest et 950 millimètres dans le nord-est.

Les apports atmosphériques sont estimés à environ 459 milliards de mètres cubes d'eau par an dont, en moyenne, 39 milliards de mètres cubes s'écoulent.

Au vu de ce qui précède, on est tenté de dire que la Côte d'Ivoire est un pays bien arrosé et bien drainé. Cela n'est qu'apparent car depuis quelques années, elle subit les contrecoups d'un climat instable accentué par une désertification rampante, encore mal maîtrisée, conséquence des effets conjugués des méthodes culturelles, des feux de brousse récurrents, surtout dans le centre et le nord du pays.

Ainsi la moitié nord du pays connaît-elle fréquemment, pendant de longs mois (décembre à août) de sérieuses difficultés d'approvisionnement en eau.

Les barrages hydroélectriques (au nombre de 6) et hydro-agricoles (plus de 500) réalisés çà et là, le vaste programme hydraulique lancé depuis 1973 n'ont pas permis à ce jour de satisfaire de façon optimale les besoins des utilisateurs, même si des résultats sensibles ont été obtenus dans le domaine de l'hydraulique humaine.

2. Politique nationale de gestion des ressources en eau en Côte d'Ivoire

En Côte d'Ivoire, une multiplicité d'acteurs interviennent dans le secteur de l'eau. Ainsi dénombre-t-on environ une dizaine de départements ministériels impliqués dans la gestion quotidienne des ressources en eau. Ce sont, entre autres :

- le ministère des Infrastructures,
- le ministère de l'Agriculture et des Ressources animales,
- le ministère de la Défense,
- le ministère de la Construction et de l'Environnement,
- le ministère de la Santé et de la Protection sociale.

Toutes ces institutions fonctionnent de façon sectorielle sans aucune coordination systématique entre elles.

Face à cette multiplicité des intervenants et face aux besoins en eau de plus en plus croissants, il s'est imposé une politique de gestion plus rigoureuse des ressources en eau.

C'est ainsi que le principe de la gestion intégrée des ressources en eau par bassin versant a été défini par la loi n° 98-755 du 23 décembre 1998 portant Code de l'eau, qui définit d'une manière générale les institutions qui auront en charge la gestion des ressources en eau.

2.1. CODE DE L'EAU

Objectifs

La loi portant Code de l'eau a pour objet une gestion intégrée non seulement des ressources en eau mais aussi des aménagements et ouvrages hydrauliques.

Cette gestion vise à assurer, entre autres :

- la mise en place d'un cadre institutionnel caractérisé par la redéfinition des rôles des différentes institutions,
- la planification cohérente de l'utilisation des ressources en eau tant à l'échelle du bassin versant qu'à l'échelle nationale,
- la protection contre toute forme de pollution,
- la valorisation de l'eau comme ressource économique et sa répartition de manière à satisfaire ou à concilier les exigences des différents usages,
- la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides,
- les conditions d'une utilisation rationnelle et durable des ressources en eau pour les générations présentes et futures.

Cadre institutionnel

La politique nationale de gestion des ressources en eau est définie par décret pris en Conseil des ministres, lequel décret définit également les structures chargées de cette gestion fondée sur le principe de gestion par bassin versant hydrologique et détermine les règles relatives à l'organisation, aux attributions et au fonctionnement de ces structures. L'autorité chargée de l'eau en assure la mise en œuvre.

Le cadre institutionnel repose sur un principe caractérisé par la distinction entre le gestionnaire et les différents utilisateurs.

Le rôle de gestionnaire est dévolu à l'État ivoirien qui garantit :

- l'approvisionnement en eau potable,
- la protection, la conservation et la gestion intégrée des ressources en eau,
- la satisfaction des autres besoins.

L'État exerce, par ses services compétents, la police des eaux.

Régime de protection des eaux

La protection des eaux est assurée au moyen :

- de mesures de police,

- de normes (de qualité, de rejet) déterminées en fonction des différents usages, en tenant compte des données scientifiques les plus récentes en la matière,
- de périmètres de protection (périmètres de protection immédiat, rapproché ou éloigné),
- de mesures de classement et de déclassement,
- du régime d'utilité publique.

La protection est assurée aussi bien sur le plan quantitatif que qualitatif par l'institution de normes spécifiques.

Protection quantitative

Tout gaspillage est interdit. Une réglementation plus stricte dans les parties du territoire où les ressources en eau sont rares ou menacées est instituée.

Protection qualitative

Les points de prélèvement des eaux destinées à la consommation humaine doivent être entourés d'un périmètre de protection. Tout acte ou toute activité de nature polluante sont interdits dans ces périmètres. Tout déversement, dépôt de déchets de toute nature ou d'effluents radioactifs, susceptibles d'accroître ou de provoquer la pollution des ressources en eau sont interdits. Tout rejet d'eaux usées dans le milieu récepteur doit respecter les normes en vigueur. L'usage d'explosifs, de drogues, de produits toxiques comme appât dans les eaux de surface et susceptibles de nuire à la qualité du milieu aquatique est interdit.

Le projet pilote de gestion intégrée des ressources en eau dans le bassin du Bandama consiste en la mise en place d'une base de données géographiques interactives facilitant la prise de décision en termes d'aménagement, de gestion et de prévision. Il s'agit de mettre à la disposition des institutions concernées par l'eau un instrument de travail prenant en compte leurs résultats ainsi que leurs préoccupations. Ce projet vise à montrer la faisabilité d'un système d'appui à la décision pour le secteur de l'eau au niveau d'un bassin versant avant d'envisager l'extrapolation aux autres bassins couvrant tout le pays.

À ce titre, il a donc été développé sur ce bassin un Système d'informations géographiques (SIG).

Pour le moment, les données pouvant être consultées sont les suivantes :

- réseau hydrographique,
- plans d'eau,
- géologie et aquifères du bassin,
- barrages agricoles,
- forages AEP (adduction d'eau potable),
- forages HV (hydraulique villageoise),
- postes pluviométriques,
- stations hydrométriques,
- stations d'observation de la qualité des eaux des cours d'eau.

2.2. PROJET PILOTE DE GESTION INTEGRÉE DES RESSOURCES EN EAU

Afin d'appréhender les contraintes liées à la mise en place d'un système de gestion intégrée des ressources en eau, un projet pilote dénommé « Projet pilote de gestion intégrée des ressources en eau du Bandama » a été mis en œuvre.

Le Bandama est l'un des quatre principaux cours d'eau de la Côte d'Ivoire. Sa longueur moyenne est de 1050 kilomètres pour une superficie de 97 000 kilomètres. Son bassin versant, situé entièrement à l'intérieur du territoire national, est représentatif de la situation des grandes rivières de la Côte d'Ivoire ; il est en effet soumis à des régimes d'utilisation de l'eau très variés qui entraînent des situations de conflits entre utilisateurs. Au nord, la pression sur les ressources en eau par la construction, souvent anarchique, de petites retenues perturbe le régime des rivières sans que l'on puisse en évaluer les conséquences sur les aménagements en aval. L'irrigation des plantations de bananiers et d'ananas avec l'utilisation de l'engrais et des produits phytosanitaires posent également un problème de pollution tant des eaux de surface que des eaux souterraines.

7 Discours-programme : Réhabilitation des écosystèmes arides dégradés : nécessité du recours à du matériel végétal adapté

Dr. Édouard Le Floch, Centre d'Ecologie fonctionnelle et Evolutive, Centre National de la Recherche Scientifique CEFECNRS, Montpellier, France

Introduction

Mise en culture, surpâturage, mauvais usage des eaux, éradication de la végétation : voilà évoquées, en plus des causes climatiques, les responsabilités les plus fréquemment reconnues de la détérioration des milieux dans les zones sèches (méditerranéennes et tropicales). Ces phénomènes connaissent depuis quelques décennies une forte aggravation.

Tout un chacun déplore la destruction des milieux, de l'extension des dunes mobiles, de la baisse de productivité des pâturages, de la perte de fertilité des jachères, etc. Il est aussi reconnu que ces dégradations peuvent mener jusqu'à la raréfaction, voire la disparition d'espèces, phénomène cependant rarement constaté. Si la biodiversité reste un paramètre d'alerte de la dégradation des écosystèmes, on se satisfait souvent d'une surveillance au niveau de l'espèce. En réalité, le phénomène est beaucoup plus insidieux. Dans les zones pastorales des régions sèches, les espèces ont depuis longtemps co-évolué avec la pression venant des animaux domestiques. L'absence de gestion (surpression ou absence totale prolongée de pâturage) des ressources ainsi créées conduit à la disparition de portions intéressantes des populations des espèces végétales les plus importantes.

L'écologie de la restauration et de la réhabilitation s'inscrit dans les recours possibles tant pour limiter l'extension de ces méfaits que pour en effacer ou en atténuer les conséquences. Il s'agit tout d'abord de connaître les performances des écosystèmes de référence encore présents dans des conditions pas trop dégradées. Il s'agit également de permettre le rétablissement (réhabilitation) des fonctions essentielles (production soutenue et étalée dans le temps, résilience) des écosystèmes dégradés. La bonne menée à fin de telles opérations de réhabilitation se fonde sur la possibilité de recourir à du matériel, en particulier végétal, présentant encore toute l'étendue de sa diversité adaptative aux conditions de stress et de perturbations (dont la pression pastorale). Il est donc urgent, dans les situations où cela

n'a pas encore été entrepris, de conserver et de préserver les ressources génétiques. Il apparaît déjà comme certain que la mise en œuvre des programmes de restauration-réhabilitation connaîtra en certaines circonstances des difficultés par manque de disponibilité de matériel végétal bien adapté. Le rôle d'espaces préservés, tels que par exemple les réserves de biosphère, apparaît dès lors capital. La conception de leurs rôles permet de concilier à la fois les impératifs de conservation-préservation et ceux de l'aide au développement au travers de la restauration des écosystèmes dégradés.

1. Dégradation des milieux et des ressources

Les diverses pratiques agricoles et les divers modes d'élevage pratiqués ont façonné les paysages, les écosystèmes et les ressources. Les ressources ont, par ailleurs, progressivement imposé les activités humaines et jusqu'au choix des espèces animales élevées. Espaces, ressources et activités ont connu une succession de phases d'expansion et de régression de la mise en culture, le plus souvent au détriment des parcours.

Jusqu'au milieu du dernier siècle, la pression anthropique, relativement limitée sur les zones arides et semi-arides, avait entraîné la mise en place de systèmes cohérents et adaptés d'exploitation de ressources dispersées dans l'espace et dans le temps (transhumance et nomadisme). Ces pratiques sont aujourd'hui presque révolues ou, du moins, ont perdu une bonne part de leur adaptation suite aux modifications du contexte socio-économique que constituent l'accroissement du cheptel, l'extension des cultures, la sédentarisation, la privatisation des terres, etc. Cette évolution a des conséquences parfois graves.

De fait, la défoliation contraint les végétaux à réinvestir une portion de leurs réserves carbonées pour une nouvelle croissance. Il ressort des travaux analysés que le niveau de pression pastorale et, plus globalement, le

mode de gestion pastorale ont une grande importance sur le déroulement du cycle biologique des espèces et donc sur leurs chances de survie. L'exploitation intensive d'un pâturage naturel, sous une charge animale élevée, entraîne la transformation du milieu. Celle-ci est caractérisée à la fois par une régression des espèces appétantes et sensibles au brouet, par un meilleur devenir pour les espèces appétées mais adaptées au pâturage et au piétinement (multiplication des talles) ou leur physiologie et par une expansion des espèces peu pâturées.

Le niveau d'appétabilité des espèces végétales des zones sèches varie selon le type d'animaux et la composition des troupeaux (Waechter, 1982). Camelins et ovins apprécient différemment les espèces selon leur morphologie. L'appétabilité des espèces varie également au cours du cycle biologique. Contrairement aux caprins, qui ne les consomment que peu, les ovins apprécient les espèces annuelles et ce, presque indifféremment du stade biologique où elles se trouvent.

La consommation par les animaux va nécessairement influencer le niveau de défoliation. Les espèces les plus appréciées sont ainsi, en condition de libre pâturage, constamment maintenues à un faible niveau de couvert et perturbées dans leur cycle biologique. Il s'ensuit des répercussions au niveau de la biomasse sur pied, de la composition botanique, des états de la surface et du fonctionnement hydrique du sol (Floret et al., 1978 ; Floret et Pontanier 1982, etc.) et de la modification des milieux (résilience, dynamique de la succession secondaire, etc.). Dans les zones arides et semi-arides d'Afrique du Nord (Le Houérou, 1968 ; Floret et Le Floc'h, 1972, etc.). Le surpâturage est d'ailleurs généralement considéré comme une cause essentielle (2^e rang, après la mise en culture) de dégradation des écosystèmes naturels.

La réduction du couvert végétal, suite au pâturage, entraîne la modification des rapports de dominance entre espèces. Dans la région aride du Nord de l'Afrique, la dégradation des steppes arborées à graminées pérennes hautes (assez semblables, physionomiquement, aux savanes arborées) peut mener à leur transformation en zones dénudées, avec présence sporadique d'espèces annuelles à cycle très court, en passant par les stades steppiques dominés par les ligneux bas, puis des steppes dominées par des graminées annuelles ou pérennes peu appétées (Le Houérou, 1968). Partant d'une steppe arborée initialement homogène, on aboutit à des physionomies diverses en fonction du mode de gestion pastorale (niveau de pression, types d'animaux...). Dans les systèmes pastoraux encore soumis à des pressions fortes, les physionomies végétales futures nous sont probablement pour une part encore inconnues. L'évolution des paysages végétaux n'est pas achevée et de nouvelles physionomies se mettront encore en place dans un avenir proche.

Depuis des millénaires, et le phénomène s'est gravement accentué au cours des dernières décennies, les systèmes pâturés évoluent donc sous la pression animale constamment exercée. L'abandon du pâturage ou la mise en défens prolongée, peuvent alors avoir des conséquences graves. Les plantes (buissons, etc.) non pâturées accroissent leur masse foliaire au risque, en cas de sécheresse prolongée, de périr du fait de l'incapacité du système racinaire à satisfaire une demande évapotranspirative de l'appareil aérien, devenue très élevée. Cette situation se révèle catastrophique pour la végétation. La mise en défens peut également entraîner un accroissement trop important de la litière et, se faisant, une inhibition de la croissance des premières graminées printanières. Le piétinement rend les horizons de surface d'autant plus vulnérables à la déflation que la réduction du couvert est elle-même accentuée.

Le vent d'est est le principal agent érosif en zone aride. Les évaluations de Le Houérou (1987) l'ont amené à proposer, en première estimation, qu'un couvert de 25 % de végétation pérenne est indispensable (mais pas toujours suffisant) pour que les dépôts sableux puissent dépasser en importance les pertes par déflation. La simulation d'un niveau élevé de pâturage sur une steppe sur sables a permis à Floret et Pontanier (1982) de mesurer des dépôts de sable de l'ordre de 100 tonnes/ha/an.

L'effet mécanique de la pluie entraîne la formation d'une pellicule ou d'une croûte de battance dont l'importance est fonction du couvert végétal, de l'intensité de la pluie, des caractéristiques de la surface des sols, etc. La nouvelle organisation des particules du sol donne un aspect de glaçage à la surface du sol, accroît le ruissellement et réduit les possibilités de germination et d'émergence des plantules. Les vastes étendues de sols ainsi «glacés» sont, dans le Nord de l'Afrique et au Moyen Orient, occupées par des formations végétales souvent dégradées dominées par *Artemisia herba alba* ou *Hammada scoparia*.

La dégradation d'un sol entraîne en particulier la perturbation de son fonctionnement hydrique (Floret et al., 1978 ; Floret et Pontanier, 1982). Plusieurs paramètres (coefficient d'infiltration, durée de disponibilité en eau du sol, réserve en eau utile) permettent de traduire ces phénomènes.

La destruction de la végétation steppique, provoquant donc la dénudation de vastes espaces, peut aussi entraîner l'éloignement des semenciers qui, dès lors, ne contribuent plus à la reconstitution du stock grainier viable du sol. La régression de ce stock affecte aussi progressivement la capacité de résilience des écosystèmes (autoréparation des dommages causés à un écosystème quand la cause de la dégradation disparaît).

Les différences floristiques expliquent, pour une part, les différences de production des divers types de

parcours. De plus, la production varie, pour une formation végétale donnée, en fonction du climat de l'année et de la pression animale. À cause de la grande variabilité des conditions climatiques, et en particulier de la répartition saisonnière des pluies, la production annuelle d'un parcours est largement imprédictible. Cette production dépend, pour un type de parcours donné, de l'état du milieu (composition floristique, fertilité...). Les divers états d'un même milieu présentent en effet des coefficients d'infiltration et donc des totaux de pluies efficaces plus ou moins élevés. Pour un même état de cette steppe, la production régresse en même temps que diminue l'efficacité des pluies. La production végétale est très étroitement liée à l'état du milieu et les discordances qui apparaissent restent liées à la répartition des pluies dans le temps et en intensité, plus qu'à la quantité de pluies efficaces.

L'importance de ces phénomènes est plus ou moins accentuée. Dans chaque situation, il est encore souvent possible de proposer, même sur des bases totalement subjectives mais cependant raisonnées, une hiérarchisation des états de dégradation d'un même type de milieu. Pour chaque zone d'un territoire donné, il est possible de discerner des unités de milieux moins dégradées que d'autres. Le cas est encore nettement plus probant pour les territoires où il a été possible de mettre en place des mesures de protection ou de conservation.

La production pastorale d'un bon parcours doit être à la fois aussi élevée et étalée que possible dans le temps. Dans les zones steppiques, faiblement productives, il est de plus espéré que les systèmes présentent une grande résilience et soient donc susceptibles de se restaurer eux-mêmes (Aronson et al., 1993 a, b, etc.) en réparant les effets d'éventuels excès de pâturage. Cette résilience est elle-même réglée par la présence des espèces végétales.

La connaissance des réactions des espèces végétales au brout présente un grand intérêt pour la compréhension de l'évolution de la composition floristique d'un pâturage et de l'abondance relative des espèces. Les espèces peuvent présenter, en réponse au pâturage, des changements dans leur comportement biologique. Une étude menée en Égypte méditerranéenne (Ghali, 1984) a porté sur le suivi du développement d'espèces steppiques dans des situations de pressions pastorales très contrastées (mise en défens, pâturage contrôlé et pâturage libre – mode traditionnel de conduite dans la région –). Les réactions diffèrent singulièrement selon les espèces (*Tableau 1*), ce qui autorise les constatations suivantes prises à titre d'exemple :

- le niveau de pression pastorale peut influencer sur la durée de la phase végétative. Pour *Plantago albicans* et *Gymnocarpus decander*, une pression forte est favorable pendant la phase végétative et rallonge sa durée ;

- le pâturage, du moins à un niveau raisonnable, semble stimuler la reproduction (floraison et fructification) de *Thymelaea hirsuta*, espèce généralement peu pâturée ;
- une pression pastorale très forte empêche, même lorsqu'il pleut beaucoup, les individus de *Echiochilon fruticosum*, *Plantago albicans* et même *Gymnocarpus decander* de fleurir, de grainer et donc d'assurer leur reproduction sexuée. Cependant, ces espèces parviennent à fleurir et à grainer, même en année sèche, si la pression pastorale reste faible.

Les espèces connaissent donc des destins différents. *Echiochilon fruticosum* et *Gymnocarpus decander* sont, par exemple, défavorisées par rapport à *Plantago albicans*, à forte capacité de multiplication végétative et à *Thymelaea hirsuta* dont la multiplication sexuée est favorisée par le pâturage qui reste faible pour cette espèce.

Les espèces qui sont pâturées aux stades de fleurs ou de graines sont par ailleurs également privées de la possibilité de se reproduire convenablement. Les individus qui disparaissent ne sont plus remplacés et la densité de ces espèces régresse régulièrement jusqu'à les porter au statut d'espèces rares.

Les espèces soumises depuis des siècles, voire des millénaires, à une pression pastorale régulière ont co-évolué avec le comportement animal. Comme autre exemple, retenons celui d'*Argyrolobium uniflorum* (Chaieb, 1989), qui, brouté, se comporte en pérenne, mais qui, dans les mises en défens, se raréfie et devient bisannuelle. De même, il est reconnu que *Lasiurus scindicus*, graminée saharienne, se raréfie dans les mises en défens, supportant mal la compétition avec les autres espèces, et se raréfie également dangereusement dans les situations où elle est constamment surpâturée.

Si les espèces pâturées ne sont que rarement menacées de disparition, il est cependant fréquent de constater la disparition d'écotypes que leur grand intérêt rend vulnérable. Lors d'une étude en Tunisie aride, il s'est avéré que la population la plus vigoureuse de *Cenchrus ciliaris* provenait d'un parc national (Ferchichi et al., 1992). Dans cette situation, cette partie de population protégée n'avait pas subi les effets de la « sélection artificielle négative », au sens de Burkart (1976). Une telle sélection est en revanche évoquée pour de nombreuses espèces pastorales des steppes arides et semi-arides méditerranéennes (Le Houérou, 1980 ; Waechter, 1982, etc.).

Les espèces des régions arides et semi-arides peuvent être classées selon leur aptitude à produire plus ou moins selon les températures (type biochimique de photosynthèse [Solbrig, 1977 ; Ehleringer, 1978]). Les espèces « méditerranéennes » fonctionnent généralement selon le type de photosynthèse en C³ avec un pic de production durant la saison froide qui, en région méditerranéenne, est la saison de meilleure disponibilité en eau. Les espèces

dites « tropicales », de type C⁴, plus productives, présentent leurs maxima de production si l'eau est disponible dans le sol, aux températures élevées (Floret et al., 1978 ; Chaieb et al., 1992, etc.). La dégradation du sol (déflation avec réduction importante de la capacité réservoir) d'un site où coexistent ces deux types de taxons peut entraîner l'épuisement précoce des réserves en eau, par et au profit des espèces en C³ croissant aux basses températures (*Argyrolobium uniflorum*, *Stipa lagascae*, *Plantago albicans*...). Ainsi privées d'eau aux périodes les plus propices à leur production, les espèces en C⁴ (*Cenchrus ciliaris*, *Digitaria commutata*...) ne peuvent alors présenter que de médiocres performances. Généralement très appréciées, elles se raréfient et, parfois, disparaissent.

La disparition, ou même la régression, de ces espèces est grave et conduit à une domination encore plus complète des espèces « méditerranéennes » dans les unités de végétation des zones arides et semi-arides, comme au nord de l'Afrique. Cette raréfaction des espèces performantes réduit la productivité des parcours même si les niveaux de biodiversité et de couvert de la végétation sont souvent considérés comme étant maintenus. La croissance et la production de *Cenchrus ciliaris* sont directement corrélées au niveau de la disponibilité en eau du sol. Les taxons du genre *Stipa*, présents dans le même contexte du sud tunisien, régressent en situation de forte compétition avec d'autres espèces (Chaieb et al., 1995 a, b) ; un certain niveau de pression pastorale leur est donc favorable.

Il est possible, et ce comportement n'est pas si rare, d'ériger la protection de la nature en dogme intransigeant et de prôner que la conservation des ressources (ici végétales) requiert leur protection intégrale face à l'homme et à ses animaux. Cette situation prévaut d'ailleurs parfois dans les parcs nationaux où toute intervention humaine est interdite. Il s'agit de mettre la nature sous cloche, de créer des musées vivants... Cette attitude poussée à l'extrême peut cependant s'avérer totalement nocive, surtout en zone pastorale et dans les régions arides et sahariennes. C'est ignorer trop rapidement dans quelles conditions la végétation et la flore ont évolué au cours des temps. Une pression pastorale ancienne et toujours présente a participé à la mise en place d'une flore adaptée et ayant co-évolué avec cette pression. L'abandon brutal de cette pression entraîne éventuellement une croissance exagérée d'individus dont le développement est habituellement contrôlé par la dent de l'animal. Il a été ainsi observé en zone saharienne que des unités pastorales mises en défens pouvaient se retrouver totalement désertifiées à la suite d'une année particulièrement sèche au cours de laquelle la demande évapotranspirative de la biomasse foliaire accumulée ne pouvait être satisfaite par le système racinaire. À l'inverse, les individus de biomasse réduite – suite au pâturage – pouvaient survivre.

La dégradation des milieux et des ressources peut être combattue. C'est précisément l'un des objectifs de l'écologie de la restauration. Des techniques existent. Nous en présentons ci-après quelques-unes, menées sur la base d'une expérimentation en Tunisie. Il manque toutefois une sérieuse évaluation sur la possibilité réelle de disposer du matériel végétal le mieux adapté à ces travaux. Il est donc urgent de promouvoir, pour tous les écosystèmes majeurs des zones arides, la mise en place de situations de préservation de telles ressources. Les zones arides, parfois présentées comme n'ayant qu'une faible diversité spécifique, présentent en revanche une très grande diversité au niveau infraspécifique (écotypes, populations, etc.) du fait de l'existence d'innombrables situations particulières. Il est urgent de préserver ce matériel résistant à la sécheresse, adapté à la pression pastorale continue, sous peine de voir se réduire à néant les promesses de l'écologie de la restauration par manque de matériel végétal adéquat. Ce qui importe donc, ce n'est pas de prétendre entraver l'évolution des espèces, mais bien de les préserver d'une disparition brutale suite à des mésusages, qu'il s'agisse de mise en défens intégrale trop absolue ou encore d'un pâturage intensif et prolongé. Il est impérieux que les ressources et leur devenir soient gérés dans des espaces d'où l'homme n'est pas exclu, mais où son intervention est à la fois raisonnée et raisonnable. Une telle préservation est probablement l'un des rôles des réserves de biosphère.

2. Ecologie de la restauration et de la réhabilitation

Rappelons que les notions relatives à la sensibilité des écosystèmes, à la dégradation et à son irréversibilité éventuelle permettent en particulier la distinction entre deux types d'écosystèmes : ceux qui peuvent encore revenir à leur état antérieur par une gestion raisonnée ou un pâturage différé grâce à la restauration et ceux qui, échappant à cette possibilité, doivent être soumis à de fortes interventions de l'homme pour leur réhabilitation. La notion de sensibilité peut également être appliquée pour déceler les écosystèmes pouvant, sans crainte d'érosion, être dévolus à la céréaliculture selon la voie aujourd'hui appelée « réaffectation ».

La réaffectation vise surtout à accroître la productivité de l'écosystème dégradé auquel elle est appliquée, en réparant aussi rapidement que possible ses fonctions détruites, diminuées ou bloquées. Il s'agit, pour la réhabilitation, de rétablir la structure et le niveau de fonctionnement en prenant comme modèle (écosystème de référence) un état préexistant de l'écosystème (Aronson et al., 1993 a, b). Réhabilitation et réaffectation ont en commun de nécessiter une forte intervention humaine. Cette intervention est initiatrice, dans le cas de la réhabilitation,

d'un démarrage forcé (*jumpstarting*) de processus qui doivent, si possible, se poursuivre par la suite seuls et s'apparenter alors à ceux de la restauration. Il s'agit là d'une différence essentielle par rapport à la réaffectation pour laquelle il reste périodiquement nécessaire de soutenir l'écosystème artificiel mis en place. Par exemple, pour une plantation d'arbustes fourragers exotiques, il est nécessaire, en plus de la plantation, de procéder à des irrigations périodiques, à des regarnis (remplacement des individus morts), à la récolte et, en fin de compte, à l'établissement d'une nouvelle plantation.

3. Réhabilitation : une expérience en Tunisie

Vouloir réhabiliter un écosystème implique que soient d'abord recherchées les causes majeures ayant entraîné la dégradation. Il s'agit essentiellement, dans la situation expérimentale choisie, de la diminution du stock grainier viable du sol et de la modification des états de la surface du sol provoquant une grave réduction de l'infiltrabilité des eaux. Selon le contexte, la réhabilitation devra donc s'appuyer sur l'un ou l'autre de ces aspects fonctionnels de l'écosystème.

3.1. LES HYPOTHÈSES

Nous avons choisi de fait de reconstituer, par semis, un stock de graines viables sur la base d'un certain nombre d'hypothèses soutenant les travaux entrepris tant en laboratoire que sur le terrain :

- Les espèces locales sont mieux adaptées que les espèces exotiques aux conditions édaphiques de la zone ainsi qu'aux fluctuations climatiques liées au climat local ;
- Installées, les espèces pérennes présentent la meilleure capacité d'utilisation des ressources en eau, rares en zones arides ;
- Il est possible de constituer des mélanges d'espèces locales pérennes (herbacées et ligneuses basses) exploitant les ressources en eau de manière complémentaire et efficace (production végétale élevée et étalée dans le temps). En année sèche, la concurrence sera forte au bénéfice probable des espèces susceptibles de croître durant la saison de plus grande disponibilité de cette ressource. En année favorable, les diverses espèces pourront exprimer leurs potentialités (cycle biologique contrasté et production) au bénéfice des espèces qui, croissant en saison chaude, présentent généralement une meilleure efficacité d'utilisation de l'eau du sol ;
- Le semis de tels mélanges d'espèces, dénommées aussi « espèces clé de voûte » (Aronson et al., 1993 a), peut aboutir à la constitution d'écosystèmes simplifiés (nombre réduit d'espèces) mais pré-

sentant cependant les traits essentiels (structure, production et résilience) de l'écosystème complexe qu'il est censé reproduire ;

- Un écosystème simplifié ainsi constitué permettra d'abrèger significativement le temps nécessaire pour qu'un écosystème gravement endommagé retrouve son état antérieur. Cette hypothèse se base sur le fait que la mise en place de l'écosystème simplifié entraînera à la fois un piégeage des diaspores transportées par le vent (quand un couvert pérenne suffisant aura été établi) et une réactivation du fonctionnement hydrique du sol, accroissant par là même la possibilité d'expression du stock de graines viables du sol. La complexité progressivement acquise par le nouvel écosystème en augmentera la résilience et la stabilité.

3.2. LES ÉTUDES PRÉALABLES

Une séquence de recherches menées durant une dizaine d'années a intégré des travaux menés le plus souvent conjointement en laboratoire et sur le terrain : diversité génétique du matériel végétal disponible, études des performances de germination, du comportement phénologique sous diverses conditions, de l'efficacité comparée vis-à-vis de la ressource hydrique, de la réponse à des régimes hydriques contrastés, etc. Ces travaux ayant déjà été publiés (CCE, 1993), nous n'évoquerons ici que l'expérimentation de réhabilitation au champ entreprise en application des lignes de recherche précédemment évoquées.

3.3. L'EXPÉRIMENTATION

Le site est sous bioclimat aride inférieur à hivers doux (Emberger, 1953, *in* Le Houérou, 1959), avec une pluviométrie moyenne annuelle estimée à 175 millimètres. Le sol est constitué de nodules calcaires, peu épais (20 cm), reposant sur du Miopliocène en place. Des céréales sont cultivées sur l'ensemble de la zone, qui est par ailleurs livrée au pâturage malgré le très faible couvert végétal présent. La végétation préexistante présumée est *Rhanterium suaveolens*, aujourd'hui disparue de cet endroit.

Nous avons choisi de recourir à une quantité réduite d'espèces pour une utilisation optimale de l'eau. Elles sont, de surcroît, de bonnes espèces pastorales (appétibilité, production). Ces espèces devaient être des espèces « clé de voûte » (Aronson et al., 1993 a, b) de l'écosystème de référence (écosystème à *Rhanterium suaveolens*). Les doses de semis ont été calculées par rapport à la faculté germinative des différentes espèces. Le mélange comportait donc *Rhanterium suaveolens*, *Stipa lagascae*, *Cenchrus ciliaris* et *Plantago albicans*.

Les semis ont été effectués en janvier 1991 dans des conditions particulièrement favorables. Les conditions précises de cette expérimentation sont décrites par ailleurs (CCE, 1993 ; Le Floch et al., 1995, 1999).

Le dispositif expérimental comportait :

- un témoin externe (non clôturé) pâturé, non labouré, non ensemencé ;
- un témoin interne, clôturé, travaillé, non ensemencé ;
- des parcelles élémentaires, clôturées, travaillées et ensemencées avec le mélange proposé. Pour ces parcelles, il a été procédé par la suite à l'installation d'une clôture délimitant les portions soumises au pâturage et celles maintenues en défens.

partie du stock de graines viables ayant germé dans les conditions de l'expérimentation. Au *Tableau 1*, nous porterons notre attention sur les espèces présentes dans les deux témoins et concernant le stock de graines viables exprimé. Ces résultats peuvent être résumés comme suit :

- témoin externe : 17 espèces
(8 annuelles / 9 pérennes) ;
- témoin interne : 32 espèces
(19 annuelles / 13 pérennes).

Tableau 1. Richesse floristique et couvert des catégories de végétaux quatre années après la mise en place de l'expérimentation de réhabilitation (Le Floch et al., 1995).

	Témoin		Parcelle semée	Ecosystème de référence
	pâturé	non pâturé		
Richesse floristique	17	32	33	24
– annuelles/pérennes	8/9	19/13	21/12	1/23
Couvert annuelles %	0,1	0,4	0,2	0 15
Couvert pérennes %	0,6	8,0	37,2	0,5

Tableau 2. Densité (individus/m²) des espèces réintroduites dans les témoins, la placette réhabilitée et l'écosystème de référence (Le Floch et al., 1995).

	Témoins		Placette réhabilitée	Ecosystème de référence
	externe	interne		
<i>Cenchrus ciliaris</i>	0	0	1,2	<0,01
<i>Plantago albicans</i>	0	n.d	14,5	1
<i>Stipa lagascae</i>	0	0	0,2	0,4
<i>Rhanterium suaveolens</i>	0	0	4,4	3
Total	0	0	20,3	4,5

3.4. LES RÉSULTATS : SUIVI D'« ATTRIBUTS VITAUX » DES ÉCOSYSTÈMES RÉHABILITÉS

Nous ne présenterons ici que les résultats du suivi de quelques attributs vitaux de l'écosystème (Aronson et al., 1993 a, b) considérés comme importants pour juger de l'« état de santé » des écosystèmes et évaluer le succès relatif de l'expérimentation. Ces attributs sont relatifs à la flore, à la végétation et aux états de surface du sol. L'ensemble des résultats a été déjà largement présenté (CCE, 1993 ; Le Floch et al., 1995, 1999).

L'attribut « stock de graines viables du sol » est d'abord celui de la flore réellement exprimée par l'ouverture d'un sol par un hersage. Il s'agit de la

Nous nous sommes assurés que les espèces que nous apportons par le semis du mélange d'espèces « clés de voûte » ne préexistaient pas au niveau de ce stock de graines viables du sol.

Le panorama général des données permettant d'aborder l'attribut « richesse floristique » est donné au *Tableau 1*. La lecture de ce tableau indique que la flore des parcelles ensemencées n'est pas, à la date des observations, singulièrement plus riche que celle du témoin interne (protégé, travaillé, non ensemencé). La flore des témoins ne présente cependant que peu de parenté avec celle de l'écosystème de référence. Dans les placettes réhabilitées, un certain nombre d'espèces des stades postcultureux très

ouverts ont disparu, alors que sont apparues des espèces des stades steppiques jeunes. Il est évident qu'à part le témoin externe, les données analysées (témoin interne, parcelles réhabilitées) et l'écosystème de référence ont des ratios annuelles / pérennes voisins.

Le troisième attribut relevé est l'attribut vital « couvert végétal ». Les mesures sont, pour cet attribut, effectuées sur le terrain par la méthode dite « des points quadrats » (Goodall, 1952). Dans ce cas de tentative de réhabilitation par semis d'espèces, l'attribut vital « espèces clés de voûte » s'avère être particulièrement important à considérer. En effet, les espèces semées en mélange sont celles qui ont été considérées comme étant potentiellement « clé de voûte » pour le fonctionnement de l'écosystème de référence retenu. Les résultats peuvent être analysés à partir de l'évolution soit de la densité de chacune des espèces, soit du couvert atteint par l'ensemble des espèces introduites dans un même mélange ou bien encore en prenant les espèces une à une. Les résultats des données relevées en 1994, complémentaires de celles déjà présentées (CCE, 1993), sont rapportées au *Tableau 2*.

Le suivi périodique de la densité de ces espèces est un indicateur important du succès de la réhabilitation et permet de comprendre les mécanismes de la structuration des jeunes formations steppiques. La densité des espèces semées régresse régulièrement dans la placette semée, à partir d'un pic atteint dès la première période de germination (CCE, 1993). Les résultats doivent, dans la mesure du possible, être interprétés à la lumière de la densité des mêmes espèces dans l'écosystème de référence. À ce sujet, Floret et Pontanier (1982) rapportent, pour une steppe à *Rhanterium suaveolens*, mise en défens et considérée comme étant en bon état, une densité totale de 4,5 individus d'espèces pérennes par m² avec, par exemple, respectivement 3 et 0,4 individus par m² pour *Rhanterium suaveolens* et *Stipa lagascae*. Il est vrai que, dans les placettes réhabilitées, les individus sont nombreux mais plus petits.

Les données de densité peuvent également être comparées à la composition et à la densité du semis, soit 662 graines au m² pour le mélange semé. Aux dates de ces mesures, l'équilibre n'est pas encore atteint dans les parcellesensemencées, quatre années après le semis pour la réhabilitation. Cependant, à la date du 15 avril 1993, *Rhanterium suaveolens* était présent à la densité de 4,4 individus par m² et *Stipa lagascae* à la densité de 0,2 individus par m². Si les espèces semées se révèlent être effectivement des espèces « clés de voûte », il est vraisemblable qu'une régulation s'effectue progressivement. L'accroissement du couvert et de la biomasse d'un petit nombre d'individus des espèces introduites entraîne en effet la régression des autres espèces moins compétitives et, surtout, de la flore postculturale (y compris *Plantago albicans*) installée à la faveur de l'ouverture du sol. Le pâturage

conduit également à de nouveaux équilibres en fonction du niveau de pression pastorale.

L'attribut vital « état de la surface du sol » a également été examiné. À défaut de la possibilité de suivre aisément certains flux caractérisant la dynamique de l'eau, nous avons retenu d'évaluer en tant qu'indicateurs du fonctionnement hydrique (infiltration, ruissellement, évaporation), au niveau de l'écosystème, les états de la surface du sol (Escadafal, 1981 ; Casenave et Valentin, 1989).

Si l'on considère les paramètres « état de surface », permettant de juger d'une possible évolution favorable du fonctionnement hydrique d'un écosystème (abondance de la matière organique, voile sableux), il faut constater que les parcelles ensemencées présentent de bonnes performances. Ces performances du mélange sont à lier à celles également atteintes, par le même mélange, en ce qui concerne le couvert végétal total que le couvert des espèces semées ou encore le couvert maximum atteint par une espèce (en l'occurrence, *Rhanterium suaveolens*).

Dans les systèmes qui, comme nous l'avons dit, ont co-évolué au cours des temps avec la pression des animaux domestiques, il faut reconnaître que ces derniers constituent également des espèces « clés de voûte » puisque ces milieux ne subsistent en l'état que s'il s'y exerce un pâturage. Sur le site expérimental, il a été testé que non seulement l'écosystème réhabilité supportait le pâturage, mais que même les divers paramètres mesurés attestaient de l'effet bénéfique de ce pâturage appliqué à un niveau raisonné (CCE, 1993).

Conclusion

La restauration, suite à la mise en défens, s'effectue par un accroissement constant de la densité et du couvert d'espèces déjà presque toutes présentes dans l'écosystème (Floret, 1981). La réhabilitation, par semis d'espèces « clés de voûte », entraîne, elle, un accroissement global très soudain de la densité des espèces et une progression globale du couvert. Par la suite, des ajustements s'opèrent, par une réduction parfois assez brutale de la densité globale, alors que le couvert progresse. L'évolution de la densité des espèces peut, parfois, s'effectuer de manière plus progressive.

Nous avons présenté ici la réhabilitation à travers des résultats de mesures effectuées sur quelques attributs vitaux de l'écosystème, ignorant volontairement les divers aspects techniques des opérations entreprises (composition des mélanges semés, technique de semis, mode de gestion) exposés par ailleurs (CCE, 1993 ; Neffati, 1994). En particulier, l'un des thèmes intéressants non abordé ici est celui des effets du mode de gestion. Il s'agit bien, en effet, de reconstruire des écosystèmes qui puis-

sent non seulement être pâturés mais qui soient favorisés par un pâturage dont l'intensité et le rythme seraient raisonnés. S'il a été démontré que le pâturage avait des effets bénéfiques sur l'écosystème réhabilité, il n'en demeure pas moins que nous n'avons aucune donnée sur sa productivité réelle.

Les zones arides sont riches en biodiversité, non pas comme on l'entend généralement au niveau spécifique, mais au niveau des nombreuses adaptations morpho-anatomiques et physiologiques à la sécheresse, mais également à cette contrainte qu'est la pression animale.

Les ressources, quoique non gérées, se sont peu dégradées au cours des temps où la pression restait faible et était de plus dispersée à la fois dans le temps et dans l'espace. La croissance démographique, la sédentarisation, les souhaits légitimes d'un meilleur niveau de vie ont entraîné un très fort accroissement de la pression sur des ressources n'ayant plus la possibilité de se renouveler spontanément.

La notion de patrimoine est bien envisagée quand il y a suspicion que les espèces puissent receler des molécules intéressantes sur le plan pharmaceutique. Il faut aussi la développer, même si l'intérêt des espèces semble rester *a priori* local ou régional.

La dégradation extrême des ressources et des milieux, que l'on nomme parfois « désertification », peut, sous certaines conditions, être réparée ; c'est là pour partie l'objet de l'écologie de la restauration. Les possibilités de cette discipline sont très étendues et concernent également la reconstitution d'un certain niveau de biodiversité comme garant de la stabilité et de la productivité des écosystèmes restaurés ou réhabilités. Les progrès réalisés dans ce domaine ne peuvent être durables que dans la mesure où sont appliquées, aux parcours restaurés ou réhabilités, les règles d'une gestion raisonnée. Retenons de plus que ces opérations, pour avoir quelques chances de succès, doivent pouvoir disposer du matériel végétal le mieux adapté (écotypes performants) dont il importe d'avoir assuré la conservation, ou plutôt la préservation, dans des espaces appropriés tels que, en particulier, les réserves de la biosphère.

Bibliographie

- J. Aronson, C. Floret, E. Le Floch, C. Ovalle, R. Pontanier, 1993 a. « Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands. I. A view from the South. » *Restoration Ecology*, 1 (1): 8-17.
- J. Aronson, C. Floret, E. Le Floch, C. Ovalle, R. Pontanier, 1993 b. « Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands. II. Case studies in southern Tunisia, central Chile and northern Cameroon. » *Restoration Ecology*, 1 (3): 168-187.
- A. Burkart. « A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae subfam. Mimosoideae). » *Journal of the Arnold Arboretum*, 57, 1976: 219-249.
- A. Casenave, C. Valentin, 1989. *Les états de surface dans la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration*. ORSTOM; Didactiques, Paris, 229 pages.
- CCE (Commission des Communautés européennes), 1993. *Établissement de nouvelles formations steppiques en Tunisie grâce à l'introduction d'espèces spontanées et exotiques*. Rapport final IRA (Tunisie), CEFE/CNRS (France) et ORSTOM (France). 181 pages.
- M. Chaieb, 1989. *Influence des réserves hydriques du sol sur le comportement comparé de quelques espèces végétales de la zone aride tunisienne*. Thèse doct. Université de Montpellier II, Sciences et techniques du Languedoc, Montpellier.
- M. Chaieb, C. Floret, E. Le Floch, R. Pontanier, 1992. « Life History Strategies and Water Resource Allocation in Five Pasture Species of the Tunisian Arid Zone. » *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 6: 1-10.
- M. Chaieb, E. Le Floch, R. Pontanier, 1995 a. « C3 and C4 Plants: Competition or Complementary ? I. Growth and Phenology. » Pp. 87-88 dans *VIth International Rangeland Congress, Montpellier, 1991*.
- M. Chaieb, E. Le Floch, R. Pontanier, 1995 b. « C3 and C4 Plants: Competition or Complementary ? II. Water Potential and Water Use Efficiency. » Pp. 89-90 dans *VIth International Rangeland Congress, Montpellier, 1991*.
- J. Ehleringer, 1978. *Implications of Quantum Yields Differences on the Distribution of C3 and C4 Grasses*. *Oecologia* (Berlin), 31: 255-267.
- R. Escadafal, 1981. « Une méthode nouvelle de description de la surface des sols dans les régions arides. » Dans *Actes du colloque « Informatique et traitement des données de sols »*, Paris, Sols, n° 5, pp. 21-27.

- A. Ferchichi, M. Neffati, E. Le Floch, 1992. Comportement comparé d'espèces pastorales de diverses provenances de la zone aride tunisienne installées en pastoretum. Actes du IV^e Congrès international Terres à pâturages, Montpellier, 1991. Éd. CIRAD/CIDARC (Montpellier); Vol. I : 364–367.
- C. Floret, 1981. The Effects of Protection on Steppic Vegetation in the Mediterranean Arid Zone of Tunisia. *Vegetatio* 46 : 117–119.
- C. Floret, E. Le Floch, 1972. Désertification, dégradation et régénération de la végétation pastorale dans la Tunisie présaharienne. *Dans* Symposium sur la désertisation (Gabès, décembre 1972). Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie-FAO Projet TUN/69/001, 11 pages.
- C. Floret, E. Le Floch, R. Pontanier, F. Romane, 1978. Simulation of the Impact of Different Levels of Human Pressure on the Grazing Lands of Southern Tunisia. Pp. 52–54, *dans* Proceedings of the International Rangelands Congress, Denver (Colorado).
- C. Floret, R. Pontanier, 1982. L'aridité en Tunisie présaharienne. Climat, sol, végétation et aménagement. *Trav. et Doc. de l'ORSTOM*, n° 150 : 544 pages.
- N. Ghali, 1984. A Study of the Phenological and Phytosociological Behaviour of Common Plant Species in the Western Mediterranean Desert of Egypt. Master of Sc., Alexandria Univ. (Egypt). 133 pages.
- D.W. Goodall, 1952. Some Considerations in the Use of Points Quadrats for the Analysis of Vegetation. *Australian Journal of Scientific Research* 5, p. 141.
- E. Le Floch, J. Aronson, 2000. Rapport de fin de projet pour le Programme national de recherche « Recréer la Nature ». 85 pages.
- E. Le Floch, M. Neffati, M. Chaïeb, R. Pontanier, 1995. Un essai de réhabilitation en zone aride : le cas de Menzel Habib (Tunisie). *In* « L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ? ». Pontanier, M'Hiri, Akrimi, Aronson et Le Floch éd. John Libbey Eurotext : 139–160.
- E. Le Floch, M. Neffati, M. Chaïeb, C. Floret, R. Pontanier, 1999. Rehabilitation Experiment at Menzel Habib, Southern Tunisia. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 13 : 357–368.
- Le Houérou H.N., 1959. *Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale*. Institut de Recherche Saharienne, Université d'Alger, Mémoire hors-série n° 6, 1959, 2 vols., 524p.
- H.N. Le Houérou, 1968. Désertification du Sahara septentrional et des steppes limitrophes (Libye, Tunisie, Algérie). PBI, Réunion technique sur la conservation de la nature et l'écologie de la région méditerranéenne occidentale (Section CT), Hammamet, Tunisie, mars 1968 : 33 pages.
- H.N. Le Houérou, 1980. Browse in Northern Africa. *In* « Browse in Africa. The Current State of Knowledge » (Le Houérou H.N. éd.). Internat. Livestock Center for Africa, Addis-Abeba : 52–82.
- H.N. Le Houérou, 1987. Aspects météorologiques de la croissance et du développement végétal dans les déserts et les zones menacées de désertification. OMM-PNUE, Genève : 59 pages.
- M. Neffati, 1994. Caractérisation morpho-biologique de certaines espèces végétales nord-africaines. Implications pour l'amélioration pastorale. Ph. D. Fac. Landbouwkundige en Teogepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent (Belgique). 264 pages et annexes.
- O.T. Solbrig, 1977. Drought Resistance in Desert Plants. Life Form Strategies in Response to Water Resources. *In* Convergent Evolution in Warm Deserts (G. Orians & O. Solbrig ed.) US/IBP Synthesis Series, 3. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, Pennsylvania.
- P. Waechter, 1982. Étude des relations entre animaux domestiques et la végétation dans les steppes du sud de la Tunisie. Implications pastorales. Thèse doct. Ing. Univ. Sciences et techniques du Languedoc, Montpellier, 293 pages.

8

La dégradation des terres et la réhabilitation des régions arides dans les réserves de biosphère du programme MAB de l'UNESCO

Dr Thomas Schaaf, spécialiste de programme MAB de l'UNESCO, Paris

Si l'on en croit l'atlas mondial sur la désertification du Programme des Nations Unies pour l'environnement (UNEP), environ 39 % de la surface terrestre sont recouverts de zones arides, semi-arides ou subhumides sèches. Si l'on y ajoute les zones hyperarides, presque la moitié de la surface terrestre totale, soit 47 %, est constituée de terres sèches. Cette vaste étendue abrite à peu près un cinquième de la population humaine mondiale et représente pour cette raison l'une des régions biogéographiques les plus importantes de la planète.

La Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED) qui s'est tenue à Rio de Janeiro (Brésil) en 1992, a adopté l'Action 21 en tant que programme d'action pour le développement durable. Parmi ses quarante chapitres, le chapitre 12 traite des régions arides. Son titre, « Gérer les écosystèmes fragiles : lutter contre la désertification et la sécheresse », donne un aperçu de la perception actuelle de la problématique des régions arides. Avec les montagnes (chapitre 13) et les îles et zones côtières (chapitre 17), les régions arides sont considérées comme des écosystèmes fragiles qui requièrent une gestion adéquate et qui renferment des ressources et des caractéristiques uniques particulièrement sensibles à la dégradation et à la destruction de l'environnement.

En effet, l'impact des activités humaines sur l'environnement est particulièrement prononcé dans les zones marginales, ce qui résulte généralement en une dégradation des terres, une diminution des ressources naturelles et la disparition d'espèces. D'un autre côté, certains scientifiques travaillant dans le domaine de la conservation de l'environnement argumentent que les régions arides sont des écosystèmes *résilients*, c'est-à-dire qu'ils ont la capacité de se régénérer après une dégradation. Dans un article récent de Ernest H. Robinson intitulé « Conservation et gestion des zones arides », publié dans le *Bulletin N° 2* de l'Union mondiale pour la nature (UICN), les auteurs argumentent avec conviction que les écosystèmes des régions arides peu-

vent se régénérer de manière étonnante, même après une grande sécheresse. La biomasse peut se reconstituer jusqu'à atteindre dix fois son volume initial et les espèces de plantes et d'animaux peuvent réapparaître une fois que les pluies ont recommencé à tomber. « *Dans ces environnements, les plantes et les animaux existent sous forme de « meta-populations » : il est naturel que ces populations connaissent des extinctions partielles et se régèrent naturellement par le biais de sous-populations vivant dans d'autres parties de leur champ d'action et qui sont restées indemnes.* » (Robinson, 2000.)

Tous ceux qui ont vécu dans les régions arides savent à quel point la physionomie de ces zones peut changer, selon qu'il s'agit de la saison des pluies ou de la saison sèche. En conséquence, les régions arides donnent lieu à des vues divergentes dans le monde scientifique. Sont-elles vraiment ces terres marginales et fragiles que l'on suppose : quasiment stériles si on les surexploite, dont la couverture végétale disparaît et dont la couche supérieure du sol s'érode sous l'influence excessive de l'homme, jusqu'à atteindre un stade de non-retour en cas extrême ? Ou bien les régions arides et les formes de vie qu'elles abritent seraient-elles plutôt les championnes de la survie, capables de s'adapter aux conditions les plus extrêmes et les plus adverses imposées par la remarquable variabilité des précipitations, de la disponibilité des ressources en eau et des changements de températures ? La restauration des zones arides dégradées peut-elle s'effectuer de manière efficace par les colonies de plantes et d'animaux qui ont survécu dans des refuges naturels ?

Bien qu'il reste des incertitudes en ce qui concerne les écosystèmes arides et leur capacité à se régénérer (leur résilience), celles-ci devant être résolues par des études approfondies menées sur plusieurs décennies, il s'avère évident que le facteur humain joue un rôle déterminant dans la stabilité / fragilité des écosystèmes arides. La pression démographique accentuée par l'accroissement de la population et le développement économique dans

les pays en voie de développement a un effet dévastateur sur l'équilibre des régions arides. La surexploitation agricole et les périodes de jachère réduites ou inexistantes privent les sols de leurs nutriments (nitrogène, phosphore, potassium...) et diminuent leur fertilité. Le surpâturage détruit ou réduit sérieusement la couverture végétale, ce qui conduit à l'érosion du sol. La déforestation pour obtenir du bois d'énergie diminue la biomasse, aussi bien sous la terre qu'au-dessus. Les feux de brousse récurrents, un phénomène courant dans les zones semi-arides et subhumides sèches, permettent au sol de s'enrichir en carbone dans un premier temps, mais l'exposent au lessivage et à l'érosion à long terme. Finalement, la croissance tentaculaire des zones urbaines réduit la surface des terres arables et augmente la pression sur les terres inhabitées restantes. Faudrait-il intensifier l'agriculture (ce qui risque à long terme de polluer les sols et l'eau) ou bien l'agriculture devrait-elle devenir extensive (ce qui suppose que l'on cultive de grands espaces, réduisant ainsi les terres sauvages) ?

La question principale qui se pose est : comment pouvons-nous conserver l'environnement tout en assurant la production des ressources naturelles de base de manière durable ? Comment pouvons-nous créer des conditions de vie acceptables pour les peuples des régions arides sans détruire les aspirations et les besoins économiques des générations à venir ? Bien qu'il n'y ait pas de réponse simple et unique à cette question, le programme de l'UNESCO sur l'homme et la biosphère (MAB) pourrait apporter des solutions sur la manière de concilier la conservation de l'environnement et le développement durable. Les réserves de biosphère ont été conçues pour traiter cette question à travers des études scientifiques sur les interactions des hommes avec l'environnement. Chaque réserve de biosphère a ainsi trois objectifs principaux :

- renforcer la conservation des ressources naturelles et de l'environnement ;
- promouvoir l'utilisation durable des ressources naturelles basée sur les besoins des populations locales ;
- étudier les pratiques d'utilisation durable des terres et partager l'information entre les scientifiques et les gestionnaires des zones protégées.

Un schéma de partition commun à toutes les réserves de biosphère permet d'intégrer l'utilisation et la gestion des terres. Chaque réserve de biosphère se divise en trois zones distinctes : l'aire centrale, la zone tampon et la zone de transition¹. Au centre de chaque réserve, l'aire centrale doit être établie légalement pour assurer une protection à long terme des paysages, des écosystèmes et des espèces qu'elle contient. La nature étant rarement uniforme et les contraintes d'exploitation des terres existant dans de nombreuses régions du monde, il peut y

avoir plusieurs aires centrales afin d'assurer une meilleure représentativité de la mosaïque des écosystèmes. Dans nombre de cas, les aires centrales sont des parcs nationaux, des réserves naturelles, des réserves à gibier, des forêts protégées, etc., qui reflètent le statut juridique de cette zone. L'aire centrale est entourée d'une zone tampon clairement définie et adjacente à l'aire centrale. Les activités économiques pratiquées dans cette zone sont en accord avec les objectifs de conservation de l'aire centrale et aident à protéger l'aire centrale (d'où l'idée de zone tampon). Par exemple, elle peut être utilisée comme une aire de recherches expérimentales, afin de trouver des moyens d'exploiter les ressources naturelles, les terres agricoles, les forêts ou les eaux poissonneuses, tout en respectant les écosystèmes naturels et la biodiversité. De la même façon, des expériences peuvent être menées dans la zone tampon afin de tester les possibilités de réhabilitation des zones dégradées.

L'aire centrale et la zone tampon sont elles-mêmes entourées d'une zone de transition, ou zone développée, qui permet une multitude d'activités agricoles et autres ainsi que des installations humaines. C'est dans cette zone que les communautés locales, les agences de protection de la nature, les scientifiques, les groupes culturels, les associations civiles, les entreprises privées et autres décideurs doivent accepter de travailler ensemble pour gérer durablement les ressources au bénéfice de la population locale. Étant donné le rôle que jouent les réserves de biosphère dans la promotion d'une gestion durable des ressources naturelles de la région, la zone de transition revêt une haute signification économique et sociale pour le développement régional.

Le concept des réserves de biosphère constitue un véritable outil pour la conservation de l'environnement et la gestion de l'exploitation des terres. En novembre 2000, il y avait déjà 391 réserves de biosphère réparties dans 94 pays (21 nouveaux sites ont été acceptés par le Conseil du MAB le 9 novembre 2000). Leur situation en Afrique et en Asie est montrée sur les figures 1 et 2.

Les réserves de biosphère sont des sites particulièrement adaptés aux études scientifiques et l'un des critères de sélection pour l'acceptation dans le réseau mondial des réserves de biosphère est la qualité des infrastructures scientifiques. Par exemple, le projet UNESCO « Réserves de biosphère pour la conservation de la biodiversité et le développement durable en Afrique anglophone (BRAAF) », de juin 1998, a rendu possible la collaboration scientifique entre cinq pays africains, avec des études traitant des réserves de biosphère d'Amboseli (Kenya), de Bia (Ghana), du lac Manyara (république unie de Tanzanie), d'Omo (Nigeria) et de la réserve de biosphère de la reine Élisabeth (Ouganda) (voir aussi l'article de Joseph Masunga, ci-après). Le projet BRAAF a défini des objectifs communs et a harmonisé les méthodes de recherche employées

Figure 1 : Réserves de biosphère en Afrique

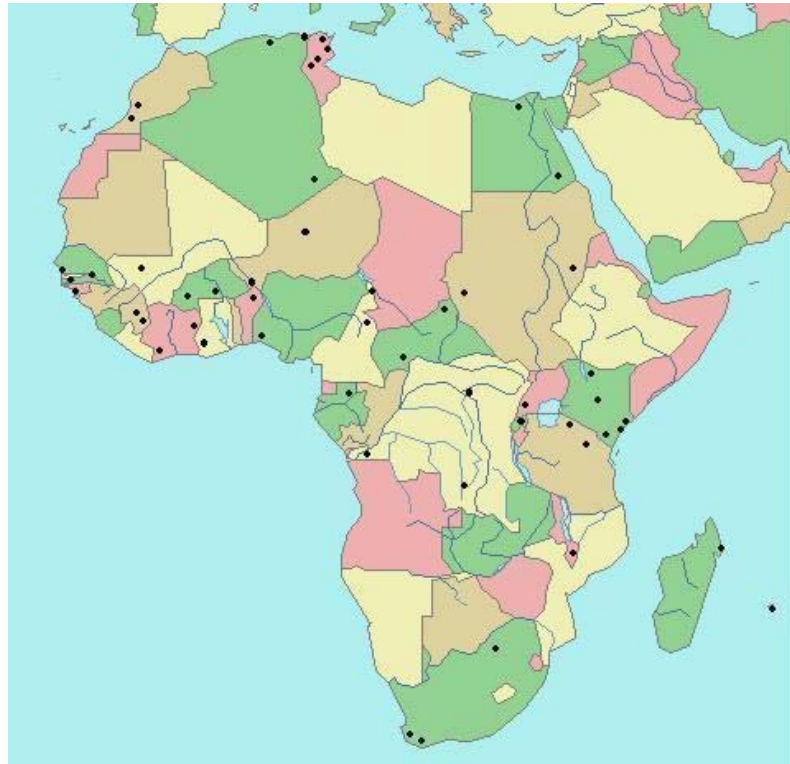
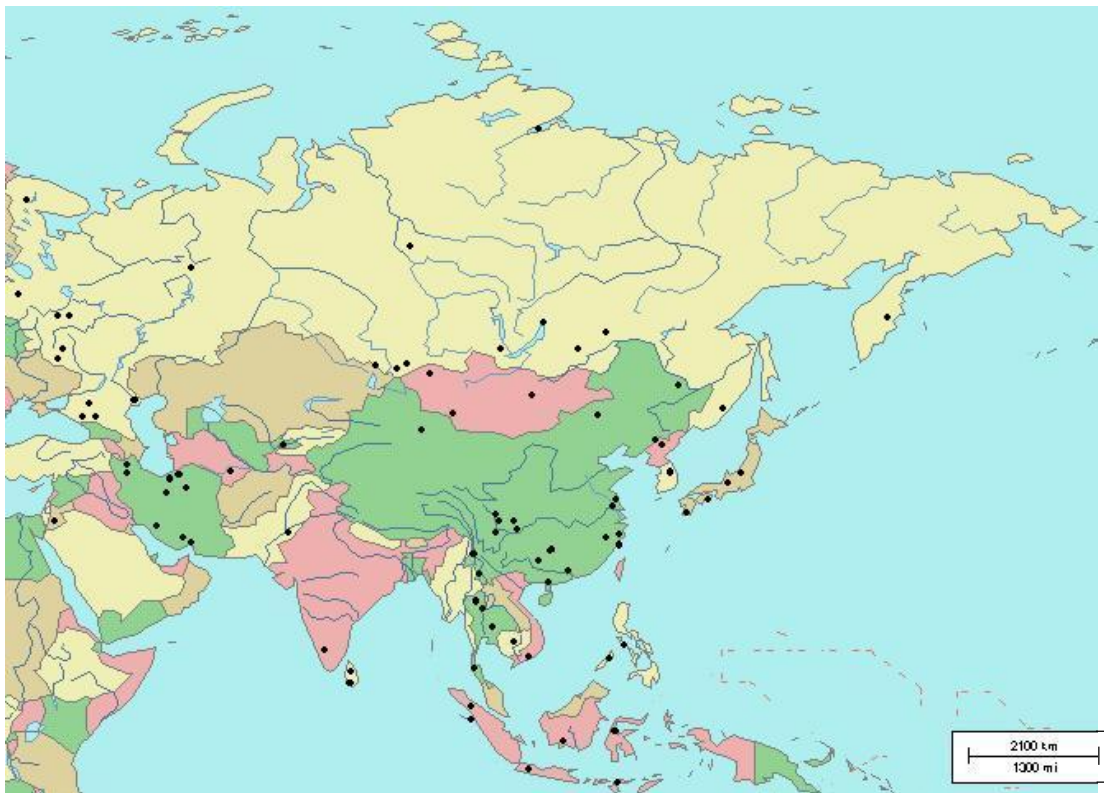


Figure 2 : Réserves de biosphère en Asie



dans ces cinq réserves de biosphère. Cette approche est destinée à améliorer la conservation de la biodiversité à travers des occupations génératrices de revenus pour la population locale dans de nombreux projets pilotes, réduisant ainsi la pression humaine sur les ressources naturelles de la zone protégée¹. Des scientifiques venant de l'université et du gouvernement, des officiels chargés de la conservation de l'environnement et de la nature, ainsi que la population locale, ont travaillé ensemble pour trouver des solutions communes à la gestion durable des ressources naturelles.

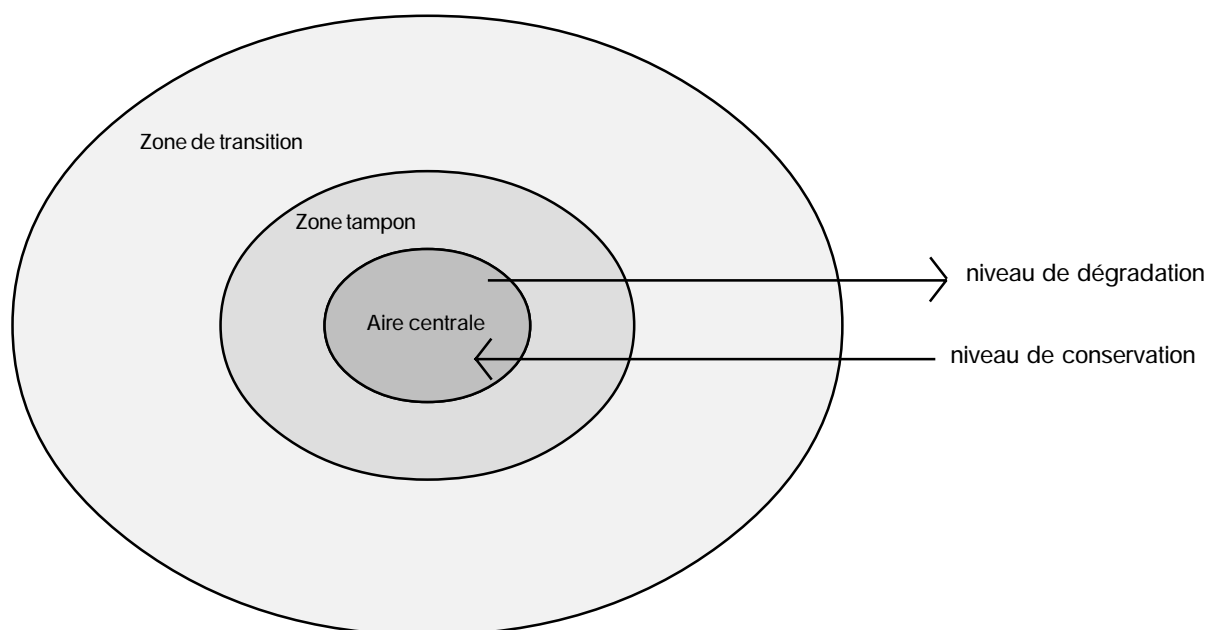
En ce qui concerne le thème du présent séminaire – Ressources en eau douce et réhabilitation des terres dégradées dans les zones arides –, une recherche similaire concernant les réserves de biosphère des zones arides pourrait être envisagée.

Cette nouvelle priorité du programme MAB de l'UNESCO pourrait concerner plusieurs réserves de biosphère des zones arides d'Afrique, mais aussi d'États arabes, asiatiques, sud-américains et de la région méditerranéenne. Étant donné que les réserves de biosphère contiennent à la fois des zones protégées (aux environnements relativement peu abîmés) et des zones destinées à une exploitation économique raisonnée (dans lesquels l'environnement est soumis à des perturbations plus importantes), elles peuvent donner une bonne image du degré de dégradation de l'environnement sur un espace relativement restreint. Un parcours d'études de l'état de l'environnement pourrait être tracé depuis l'aire centrale jusqu'à la zone de transition (voir *Figure 3*).

Ce parcours d'études transversales représenterait un gradient allant d'un environnement relativement intact dans la zone centrale, vers un environnement de plus en plus influencé par les activités humaines avec des caractéristiques de dégradation de plus en plus nettes. De plus, l'aire centrale, au statut légal de zone protégée, pourrait servir de référence pour un environnement naturel ou presque naturel. La végétation naturelle du site de référence pourrait jouer un rôle dans l'écologie de la restauration. Les zones tampon et de transition sont les aires dans lesquelles des activités de réhabilitation des zones arides dégradées pourraient être menées. Les études pourraient traiter de la conservation des plantes endémiques et des associations caractéristiques de plantes, de la taille d'une population animale viable, de la migration d'espèces étrangères, etc.

Cependant, ces études ne seraient pas suffisantes à la réhabilitation de l'environnement. Des études similaires seraient nécessaires pour promouvoir l'exploitation durable des zones agricoles et de pâturage. Si nous voulons contribuer à la lutte contre la dégradation et à la réhabilitation des terres, nous devons non seulement conserver la nature mais aussi offrir une base de ressources et de revenus adéquats aux habitants des zones arides et semi-arides en leur indiquant des pratiques durables d'exploitation agricole. Il serait bien que ces études soient également menées dans l'optique de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD) ainsi que dans l'optique de la Convention sur la diversité biologique (CBD). Le Comité

Figure 3 : Schéma du gradient de la dégradation de l'environnement à partir de l'aire centrale jusqu'à la zone de transition.



des sciences et des technologies (CST) de l'UNCCD et ses travaux sur les lignes directrices et les indicateurs de désertification ainsi que ses travaux sur les connaissances traditionnelles pour lutter contre la désertification, pourraient être d'une aide précieuse dans ce domaine.

Un autre projet MAB de l'UNESCO au Ghana a permis d'obtenir des résultats probants sur la conservation des zones arides, la réhabilitation des terres et les pratiques agricoles durables. Dans la zone subhumide sèche du nord du Ghana, les bois sacrés ont été utilisés comme indicateurs et comme sites de référence pour définir la végétation naturelle potentielle de cet environnement. Avec le consentement des prêtres fétiches et des chefs, l'inventaire de la biodiversité a pu être mené dans les bois sacrés. En même temps, des zones tampons ont été créées autour des bois sacrés, procurant des activités génératrices de revenus à la population locale et en particulier aux femmes (plantations d'arbres fruitiers, réserves de fourrage). Le projet a permis la publication d'un manuel sur les pratiques agricoles durables intitulé « Éducation environnementale et formation pour la gestion des écosystèmes de savanes »³, qui est beaucoup utilisé au Ghana dans le domaine de la gestion durable.

Références

Ernest H. Robinson, « Conservation and management of arid rangelands », 2000, dans « Life at the Edge – the Struggle for Sustainability in Arid Lands ». *The IUCN Bulletin*, Vol. 31, No. 2, Gland, Suisse.

Thomas Schaaf, « Sacred Groves in Ghana : Experiences from an Integrated project », 1998 (a). Dans *Conserving the Sacred for Biodiversity Management*, édité par P.S. Ramakrishnan, G. Saxena, U.M. Chandrashekhara, Science Publishers Inc., USA-Inde, pp. 145–150.

Thomas Schaaf, Biosphärenreservate: Zentraler Bestandteil des UNESCO, 1998 (b), Programm « Der Mensch und die Biosphäre », dans *Geographie und Naturschutz : Beiträge zu einer naturverträglichen Entwicklung*. Bundessamt für Naturschutz, édité par K.-H. Erdmann, H.-R. Bork et K. Grunewald, Bonn, pp. 7–12.

UNEP 1997 : *World Atlas of Desertification*. Arnold Publishing House. Londres, Grande Bretagne.

Rapport terminal du projet « Cooperative Ecological Research Project on Savanna Ecosystems in Ghana » (CIP-SEG), UNESCO, Paris, 1996.

Rapport terminal du projet « Biosphere Reserves for Biodiversity Conservation and Sustainable Development in Anglophone Africa » (BRAAF). UNESCO, Paris, 1999. *Agenda 21*, UN Department of Public Information, les Nations Unies, New York, 1994.

¹ UNESCO : *Carte du réseau mondial des réserves de biosphère*, Paris, 2000.

² UNESCO : *Rapport terminal du projet Biosphere Reserves for Biodiversity Conservation and Sustainable Development in Anglophone Africa (BRAAF)*, Paris, 1999.

³ Edward M. Telly and Abla Fiadjoe (Eds.), 1996 : *Environmental Education and Training for Savanna Ecosystem Management*. Tamale, Ghana. ISBN 9964-72-041-6.

9 Gestion des ressources et réhabilitation d'un écosystème dégradé : la réserve de biosphère d'Amboseli, au Kenya

Joseph M. Masunga, assistant Secrétaire général, Commission nationale de l'UNESCO au Kenya

La réserve de biosphère d'Amboseli a servi de site d'études à l'UNESCO pour deux projets pilotes, dénommés respectivement « Application du Système d'information géographique (SIG) à la gestion des ressources naturelles » et « Projet des réserves de biosphère pour la conservation et le développement durable dans l'Afrique anglophone (BRAAF) »

L'étude recommandait l'implantation d'un projet de réhabilitation de la réserve de biosphère d'Amboseli, fortement dégradée à l'époque. Il était prévu de la transformer en un écosystème bien géré, renfermant une grande variété de faune et de flore. Cette réserve de biosphère est un excellent exemple de résolution des conflits entre l'utilisation des terres et la conservation des espèces sauvages, prouvant qu'il est possible d'établir une coexistence harmonieuse entre les membres de la communauté locale (bergers *Maasai*) et les agents de protection de la réserve de biosphère d'Amboseli, le *Kenya Wildlife Service*.

L'aire centrale de la réserve de biosphère d'Amboseli (Parc national d'Amboseli) correspond à un bassin qui renferme de grandes quantités d'eaux de surface. Celle-ci peuvent difficilement s'écouler hors du bassin. En effet, les neiges fondantes et les pluies du mont Kilimanjaro sont recueillies par les sols de lave poreux avant d'atteindre le pied de la montagne. Ces eaux réémergent ensuite dans le bassin d'Amboseli en tant que sources permanentes sur les bords des roches de lave durcie. Elles constituent ensuite des marécages qui attirent de nombreux oiseaux et herbivores pendant la saison sèche. En effet, il est avéré que 95 % de la biomasse des animaux sauvages se retrouvent autour de ce bassin central durant la saison sèche.

Dans le cadre du projet de l'UNESCO, un inventaire des plantes et des espèces a été mené. Une surveillance écologique à long terme a révélé que la végétation ligneuse déclinait rapidement dans l'aire centrale ainsi que dans le sanctuaire sauvage de Kimana, récemment mis en place, où la plupart des

éléphants se concentrent à cause de la présence de sources d'eau permanentes.

Depuis 1991, le service de protection de la faune et de la flore sauvage kenyan (*Kenya Wildlife Service*), a totalement fermé ces zones dégradées à la faune sauvage. Cette décision a permis à la végétation de se régénérer.

Des enclos à éléphants avec barrières électriques ont été utilisés pour suivre la régénération des plantes ligneuses. Pour atténuer la pression des éléphants sur cette aire centrale, des trous d'eau et des barrages de terre ont été construits dans la zone tampon pour attirer les éléphants loin du centre. Ces mesures ont contribué à réduire la dégradation des terres dans l'aire centrale et a ainsi participé à la réhabilitation de la réserve de biosphère d'Amboseli.

L'une des principales menaces pour la conservation de la biodiversité est l'utilisation abusive des terres à des fins agricoles dans la zone tampon. Dans cette zone, d'importantes superficies servant à abreuver et nourrir les animaux sauvages, comme les marécages, sont progressivement transformés en surfaces cultivées pour l'horticulture. Cela implique que les pâturages de la saison sèche diminuent, affectant ainsi la capacité de charge pour la faune sauvage et le bétail.

À Amboseli, la gestion des ressources naturelles sauvages se déroule également en dehors de l'aire centrale, la communauté locale étant activement impliquée dans la conservation de la nature dans la zone tampon. La politique de conservation dans cette zone promeut les initiatives qui encouragent la participation des propriétaires terriens dans la conservation de la faune et de la flore sauvages. Cette politique a permis à des parcs communautaires protégés de voir le jour. Ainsi, les communautés espèrent obtenir des revenus par le tourisme, tout en protégeant la nature. On pourrait même imaginer que cette tendance conduirait à créer plusieurs nouvelles aires centrales. Cela permettrait d'assurer une protection efficace aux animaux sauvages chassés de leurs pâturages par les hommes.

Le *Kenya Wildlife Service* a organisé une formation dans les bases de gestion de la faune et de la flore sauvage, au sein de la communauté. Des agents de protection de l'environnement ont été formés pour accueillir les visiteurs, collecter les taxes d'entrée et lutter contre le braconnage.

De même, le *Kenya Wildlife Service* encadre les communautés et les encourage à créer leurs propres centres culturels et entreprises basés sur les connaissances traditionnelles, avec des femmes représentées dans les comités de gestion. Ces centres culturels sont délibérément situés en dehors des aires centrales afin de relâcher la pression touristique dans les zones fragiles du parc. Ainsi, les touristes passent plus de temps dans la zone tampon et dans la zone de transition. Cela a permis de réduire la dégradation des terres dans l'aire centrale et de réhabiliter la réserve de biosphère d'Amboseli.

Ces mesures ont beaucoup aidé à réhabiliter la réserve de biosphère d'Amboseli. L'ancien lac d'Amboseli, qui s'est asséché il y a plusieurs années, est en train de se reconstituer lentement aujourd'hui après la nomination de la réserve de biosphère d'Amboseli et la protection qui s'est ensuivie dans le cadre du programme de l'homme et de la biosphère de l'UNESCO.

J'ai eu la chance de participer aux deux projets pilotes de l'UNESCO qui ont permis de récolter des données indispensables à la gestion et à la réhabilitation de tout l'écosystème d'Amboseli.

10 La Convention du patrimoine mondial : protection des sites dans les zones arides

Elom Agudze, consultant, Centre du patrimoine mondial, UNESCO

Introduction

Les intervenants qui m'ont précédés nous ont instruits de la lutte contre la désertification, de la gestion des ressources en eau douce, de la réhabilitation des terres dégradées en zone aride, etc. Nous avons l'honneur d'aborder maintenant avec vous un autre aspect important du thème central de notre séminaire, celui de la protection, de la conservation et de la valorisation des sites naturels. Je traiterai tout particulièrement de la Convention élaborée par le Centre du patrimoine mondial de l'UNESCO. Il s'agit en effet d'utiliser la Convention sur la protection du patrimoine mondial naturel et culturel pour protéger les zones arides.

Un peu partout dans le monde, il existe des richesses inestimables et irremplaçables. Malheureusement, certaines d'entre elles subissent des dégradations et des destructions. Elles risquent de disparaître, souvent par la faute des hommes, mais aussi par l'effet conjugué du climat. Le patrimoine culturel et naturel ne recense qu'une partie de ces biens inestimables et irremplaçables, non seulement pour les pays qui les abritent, mais pour l'humanité toute entière. Ainsi, la perte de l'un de ces biens éminemment précieux constitue un appauvrissement du patrimoine de tous les peuples du monde. Il importe donc de les préserver. Et puisque les États n'ont souvent pas les moyens pour y parvenir individuellement, il est apparu intéressant de traiter ce problème de manière collective. De toutes les ONG et organisations internationales qui déploient leurs efforts pour aider les États dans ce sens, l'Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture (UNESCO) est la structure qui assure leur protection au plus haut niveau à l'échelle mondiale. C'est à travers la Convention du patrimoine mondial qu'elle va offrir à la fois le cadre et l'instrument idéal pour remplir une telle mission.

Les questions suivantes guideront notre développement : qu'est-ce que la Convention du patrimoine mondial ? Comment fonctionne-t-elle ? Que peut-elle apporter en matière de conservation de l'environnement naturel en zone aride ? Qui peut en devenir membre et comment peut-on en bénéficier ?

1. La Convention du patrimoine mondial

On entend par patrimoine mondial, l'ensemble des biens et des sites, disséminés de par le monde entier, qui constituent l'héritage du passé dont nous profitons aujourd'hui et que nous avons le devoir de transmettre aux générations futures. Il s'agit de biens et de sites reconnus internationalement et sélectionnés pour leurs valeurs authentique et esthétique universelles. Ils sont censés représenter les meilleurs exemples possibles de leur genre. Le patrimoine mondial se divise en deux grands groupes : le patrimoine culturel et le patrimoine naturel¹. On distingue parfois quatre groupes en tenant compte des combinaisons des deux premiers : le patrimoine naturel, le patrimoine culturel, le patrimoine mixte et le paysage culturel. Or, certains de ces sites se trouvent dans des zones arides.

La Convention du patrimoine mondial est un accord, un traité signé à ce jour par 159 pays (dont 38 en Afrique) s'engageant à contribuer financièrement, juridiquement et intellectuellement à la protection du patrimoine mondial. Elle définit un cadre d'action organisé, cohérent et légal. La Convention rassemble et engage les pays du monde entier dans une coopération internationale active, une solidarité effective pour la sauvegarde du patrimoine mondial. Elle est placée sous l'égide de l'UNESCO qui l'a conçue et finalisée avec le concours d'autres institutions. La Conférence générale l'a adoptée le 16 novembre 1972. Elle est symbolisée par l'emblème du patrimoine mondial.

2. Contenu et fonctionnement

Du point de vue de la forme, la Convention est rédigée en cinq langues (anglais, espagnol, français, russe et arabe) ; elle comporte un préambule suivi de 38 articles répartis en huit rubriques. La Convention définit le genre de sites naturels ou culturels dont on peut considérer l'inscription sur la Liste du patrimoine mondial

et elle fixe les devoirs des États parties dans l'identification de sites potentiels, ainsi que leur rôle dans la protection et la préservation des sites. En signant la Convention, chaque pays s'engage non seulement à assurer la bonne conservation des sites se trouvant sur son territoire, mais aussi à protéger son patrimoine national. La Convention encourage l'État partie à intégrer la protection du patrimoine culturel et naturel dans les programmes de planification régionaux et à adopter des mesures attribuant une fonction à ce patrimoine dans la vie quotidienne. La Convention décrit également la fonction du Comité du patrimoine mondial, le mode d'élection de ses membres et de leur mandat, et indique précisément les organismes consultatifs professionnels à qui le Comité peut demander conseil pour la sélection des sites à inscrire sur la Liste. La Convention explique l'utilisation et la gestion du Fonds du patrimoine mondial et les conditions et modalités de l'assistance financière internationale.

Du point de vue du fonctionnement, il faut savoir que la Convention est dotée de trois principaux organes de conception, de gestion, de coordination et d'animation : l'Assemblée générale (des États parties), le Centre du patrimoine mondial et le Comité du patrimoine mondial. Le Fonds du patrimoine mondial créé en 1972 est alimenté par les contributions obligatoires et volontaires des États parties.

En vue de réaliser son objectif de sauvegarde du patrimoine mondial, la Convention du patrimoine mondial fonctionne à partir d'un répertoire de sites naturels et culturels inscrits sur la Liste du patrimoine mondial. Elle accorde financement et soutien aux États parties. Chaque État identifie et propose des sites se trouvant sur son territoire national et susceptibles d'être inscrits sur la Liste du patrimoine mondial. Une inscription conjointe est recommandée pour les sites transfrontaliers. Le Comité du patrimoine mondial² apprécie, au vu de critères précis, les propositions formulées par les États. Les sites retenus deviennent des biens communs et universels sans préjudice de souveraineté des États qui les abritent. C'est cette application universelle qui rend exceptionnel le concept de patrimoine mondial. Les sites en péril font l'objet d'une liste séparée et bénéficient de mesures d'urgence. Chaque État produit également des rapports périodiques sur la situation des sites inscrits.

La Convention s'impose dès lors comme le moyen de protection le plus complet de ces sites. La coopération internationale qu'elle implique peut prendre la forme d'assistance technique (assistance préparatoire, coopération technique, assistance d'urgence, formation, programmes éducatifs ou audiovisuels) et /ou financière (aide financière sous forme de prêts à taux réduit ou sans intérêts ou de subvention non remboursable prélevée sur le Fonds du patrimoine mondial).

3. Conservation de l'environnement naturel en zone aride

La Convention du patrimoine mondial est un aspect particulier de la lutte internationale contre la désertification. Ses efforts en vue de la conservation des ressources de la biosphère l'ont conduite à la protection physique et légale de sites naturels : cela concerne aussi bien la protection des espèces végétales et animales (faune et flore) que la réhabilitation des sites géologiques. En ce sens, sa contribution à la lutte contre la désertification est effective.

Bien que certains biens et sites se situent en zone aride, ils ne sont pas bien représentés sur la Liste du patrimoine mondial ; en effet, nombreux sont ceux qui ignorent que des sites sahéliens ou désertiques peuvent présenter un intérêt pour le patrimoine mondial.

En outre, la protection du patrimoine mondial s'impose comme une urgence, principalement parce qu'il est menacé de dégradation et de disparition. À plus forte raison, les sites et les biens situés dans les zones climatiques défavorisées, qui, de surcroît, subissent des dégradations incessantes, méritent d'être identifiés, inscrits et protégés. La Convention traduit en action le principe de la responsabilité collective de la protection du patrimoine, grâce à la solidarité internationale. Chaque pays, en la signant, s'engage à protéger l'ensemble de son patrimoine national, qu'il soit ou non reconnu comme patrimoine mondial. La Convention assure donc une double protection : nationale et internationale. La Convention peut être ainsi, dans ce contexte particulier, un instrument au service de la protection des zones arides. Les pays concernés doivent en prendre conscience, identifier et proposer des sites et des biens à protéger. Il ne tient qu'à eux de saisir la main tendue de la Convention. Or, au stade actuel des choses, cela ne semble pas être le cas.

4. Situation de la protection des biens et sites en milieu aride

Malheureusement, nombreux sont les pays arides qui se privent du soutien et des bienfaits de la Convention, soit qu'ils ne soient pas informés, soit qu'ils ne sachent pas comment s'y prendre. Le résultat en est que les biens et sites en zones arides sont sous-représentés au sein du patrimoine mondial. À ce jour, 630 sites sont inscrits, dont 480 sites culturels, 128 sites naturels et 22 sites mixtes. Mais, sur les 128 sites naturels, il n'y en a que deux inscrits en zone aride : celui d'Ichkeul, en Tunisie, et celui de l'Air et Tenere, au Niger. Un autre site est en cours de nomination : le site Sainte-Catherine et Sud-Sinai, en Égypte. En milieu semi-aride, le mont Atlas, au Maroc, se dresse en solitaire parmi les inscrits. Quelques autres sites proposés par des pays comme le Soudan, l'Égypte, le Maroc, la Syrie, le Liban et le Yémen font actuellement l'objet de discussions.

Très peu de sites naturels ont donc été proposés par les pays arides en vue de leur protection et de leur conservation. En tout cas, les zones arides sont sous-représentées sur la Liste du patrimoine mondial naturel. Pourtant, les zones arides ont aussi des sites à faire inscrire sur cette liste. La Convention, outil dynamique au service des États, ne se contente pas seulement d'avoir un catalogue de biens, mais elle veut en plus assurer la représentativité des divers types de sites, et celle des sites naturels en particulier. C'est pourquoi des réunions sont envisagées pour l'année prochaine afin d'aider les pays arabes à identifier les sites à proposer pour leur inscription sur la Liste du patrimoine mondial, et de promouvoir l'inscription des paysages culturels.

5. Enjeux

Il n'y a pas que les grandes forêts et les grands mammifères d'Afrique occidentale ou centrale qui doivent être protégés et conservés. Les espaces sahéliens et désertiques aussi le méritent en tant que partie intégrante de l'écosystème. Il importe de sauvegarder la biodiversité³ dans toute sa richesse ; sinon, le patrimoine mondial reste incomplet ou s'appauvrit. En effet, la Liste du patrimoine mondial attire l'attention sur la richesse et la diversité du patrimoine culturel et naturel de la planète. À ce titre, elle se voudrait aussi complète que possible. Les espaces désertiques doivent donc apporter leur différence et leur spécificité à la grandeur et à la richesse du patrimoine mondial. Les pays des zones arides en retireront le bénéfice d'échange d'expériences, de savoir-faire, et, finalement, d'une protection internationale plus complète et de haut niveau de leurs sites.

En marge de ces considérations, des retombées économiques sur le plan national ne sont pas négligeables : en effet, la reconnaissance internationale de certains sites peut être un élément déterminant dans l'éclosion du tourisme. Le tourisme représentant une part importante du budget de certains pays arides, l'enjeu en vaut la peine. Une conférence a d'ailleurs eu lieu à Dakar (1996) sur la gestion du tourisme dans les sites naturels du patrimoine mondial. Il faut remarquer aussi que si l'assistance internationale, qu'elle soit sous forme financière, technique, ou de formation, est ouverte à tous les États parties, c'est bien parce que l'enjeu est de taille.

6. Modalités d'adhésion et de soutien à la Convention

Tous les États, membres de l'UNESCO ou non, peuvent adhérer à la Convention.

Les pays peuvent bénéficier de la Convention en l'étudiant, en la ratifiant, en proposant des sites à inscrire sur la Liste du patrimoine mondial et en œuvrant pour la préservation de ces biens irremplaçables.

Conclusion

Au final, la Convention du patrimoine mondial est à la fois un mouvement et un instrument juridique de protection complète au plus haut niveau de l'ensemble des biens et sites de valeur exceptionnelle et universellement reconnue. Cette protection s'étend aux biens et aux sites naturels, culturels, mixtes, et aux paysages culturels à travers le monde entier, qu'ils soient localisés dans un État ou qu'il s'agisse de sites transfrontaliers. Elle pourrait, en particulier, être un instrument au service de la protection des zones arides. La sous-représentation actuelle des sites naturels et des paysages culturels de ces zones sur la Liste du patrimoine mondial est un défi que nous devons, tous ensemble, relever dans les plus brefs délais.

¹ Le patrimoine culturel comprend des sites et des biens d'origine culturelle. Cela concerne les monuments, les ensembles de constructions et les sites de valeur esthétique, archéologique, scientifique, ethnologique ou anthropologique. Le patrimoine naturel comprend des sites et biens d'origine naturelle : il concerne des formations physiques, biologiques et géologiques remarquables, les zones d'une valeur exceptionnelle du point de vue scientifique ou esthétique, ainsi que des espèces animales et végétales menacées. Les sites mixtes, combinaisons des deux précédents, forment le patrimoine mixte. Les paysages culturels englobent les ouvrages combinés de la nature et de l'homme ; ce sont des paysages transformés par l'homme au cours de son évolution économique, technologique et sociale.

² Le Comité du patrimoine mondial est l'un des trois principaux organes qui participent à la vie de la Convention du patrimoine mondial, les deux autres étant l'Assemblée générale et le Centre du patrimoine mondial. C'est lui qui décide des sites à inscrire, examine les rapports périodiques et gère les demandes d'assistance.

³ La biodiversité est définie par la Convention sur la diversité biologique comme la variété des organismes vivants et des écosystèmes terrestres et aquatiques. Cela comprend la diversité génétique, la diversité des espèces ainsi que celle des écosystèmes.

11

L'utilisation des roches volcaniques comme paillis pour réduire le stress hydrique et augmenter la productivité des sols dans les zones arides

Pr Ibrahim M. Dwairi, Chaire de l'UNESCO pour l'étude des déserts et de la lutte contre la désertification, Université de Yarmouk, Irbid, Jordanie

Introduction

Les techniques de paillage utilisant une multitude de matières organiques et minérales sont très utilisées dans le monde. Leurs effets sur la conservation de l'eau dans le sol ont été décrits par de nombreux scientifiques (Adams, 1967 ; Benoit et Kirkham, 1963 ; Bond et Willis, 1971 ; Box, 1981 ; Box et Meyer, 1984 ; Chepil *et al.*, 1963 ; Choriki *et al.*, 1964 ; Corey et Kemper, 1968 ; Epstein *et al.*, 1976 ; Lal, 1974 ; Mehuys *et al.*, 1975 ; Modaish *et al.*, 1985 ; Unger, 1971 a et b ; Groenvelt *et al.*, 1989 ; Dwairi, 1996 ; Woldeab, 1994).

En plus de son rôle dans la réduction de l'évaporation, le paillage peut avoir plusieurs effets positifs sur la productivité du sol, à savoir :

- la réduction de l'érosion éolienne et hydraulique,
- la réduction de l'impact mécanique de la pluie et du vent,
- l'amélioration de l'infiltration de l'eau dans le sol, le ralentissement des écoulements de surface,
- la réduction des variations de température dans le sol,
- la réduction de la croissance des mauvaises herbes,
- l'amélioration de la germination,
- l'amélioration de la résistance des pousses d'arbres et d'arbustes.

Cependant, l'objectif principal du paillage est de conserver l'humidité du sol en diminuant l'évaporation afin de réduire les pertes agricoles et d'augmenter les rendements. Les matériaux utilisés communément pour le paillage sont d'origine organique, comme les résidus de cultures, les feuilles, les détritiques, la sciure, et les écorces. Mais on peut aussi utiliser des matières d'origine synthétique, comme les couvertures de polyéthylène. De même, les excréments liquides du bétail se sont avérés très efficaces pour réduire l'évaporation (El-Asswad et Groenvelt, 1985). Le paillage avec des minéraux, comme le sable, a été expérimenté par Kirkham *et al.* (1967) et par Modaish *et al.* (1985). L'efficacité de cette technique pour réduire l'évaporation a été prouvée. Groenvelt *et al.* (1989) ont démontré l'efficacité du paillage de minéraux au cours d'expériences de laboratoire en utilisant

des scories et des pierres, parmi d'autres matériaux. Il a aussi été prouvé que l'efficacité du paillage minéral diminue lorsque les minéraux (pierres, graviers) sont enfoncés dans le sol. Goor et Barney (1976) décrivent l'utilisation de graviers pour le paillage afin d'améliorer le taux d'infiltration dans le sol et la réduction de l'évapotranspiration des pousses d'arbres dans les zones arides.

Au niveau agricole, le paillage minéral a déjà été pratiqué dans les zones arides et semi-arides de l'ouest de la Chine et des îles Canaries, en Espagne. Dans certaines parties de l'ouest de la Chine, les agriculteurs couvrent leurs champs d'une couche d'au moins 10 centimètres de graviers alluviaux afin de réduire l'évaporation. L'utilisation de pierres pour le paillage est également très répandue dans les parties arides des îles Canaries, et y a été appliquée avec succès au cours des derniers siècles (Chesworth *et al.*, 1983 ; Fernandez Caldas et Tejedor Salguero, 1987).

Contrairement à l'ouest de la Chine, les agriculteurs des îles Canaries utilisent volontiers les pierres d'origine volcanique, comme les phonolites et les scories, pour le paillage. Dans certaines parties de l'île de Lanzarote, les fermiers utilisent aussi du sable comme paillis. Ils y cultivent des patates douces, des melons et des pastèques. Dans la plupart des cas, les techniques de paillage minéral demandent un long travail de préparation et, surtout, la disponibilité des minéraux. Cet investissement initial est largement compensé par les coûts d'entretien réduits durant la période de croissance et par les effets à long terme de cette technique. Sur les îles Canaries, l'agriculture continue dans des fermes pratiquant le paillage minéral peut durer jusqu'à vingt ans avant d'avoir à renouveler le paillis (Fernandez Caldas et Tejedor Salguero, 1987).

Sur les îles Canaries, de nombreuses méthodes et différents matériaux de paillage sont utilisés. La méthode la plus courante consiste à couvrir les sols volcaniques relativement fertiles de quelques centimètres de phonolites (sur l'île de Tenerife) ou de scories (sur l'île de Lanzarote, qui est une des îles les plus arides des Canaries).

L'humidité des sols volcaniques de ces îles provient des rares précipitations (de 150 à 300 mm/an sur l'île de Lanzarote) et occasionnellement des brouillards. La couche de roches volcaniques utilisées pour le paillage, d'une épaisseur de 10 à 15 centimètres, est faite de scories et de phonolites sélectionnées. La taille du grain des matériaux volcaniques varie communément de 0,5 à 2 centimètres. Ces matériaux sont transportés des volcans voisins aux champs. Dans le passé, les animaux étaient employés à cette tâche. Aujourd'hui, le transport se fait au moyen de tracteurs.

Les cultures sont plantées à l'état de pousses, non pas dans le paillis lui-même mais dans le sol se trouvant au-dessous. Le paillis est enlevé à la main, la pousse plantée et la zone autour de la pousse de nouveau soigneusement recouverte de paillis. Après les plantations, les cultures n'ont pas besoin de beaucoup d'entretien. Le paillage supprime presque intégralement les mauvaises herbes. L'évaporation est réduite par la barrière minérale. La récolte se fait à la main, en évitant soigneusement de mélanger le paillis ou encore les résidus végétaux au sol. Si l'on procède soigneusement aux plantations et aux récoltes, on évite de mélanger les roches du paillage avec le sol arable et ce système peut être conservé pendant une vingtaine d'années.

Sur l'île de Lanzarote, le paillage minéral est utilisé pour 23 espèces cultivées différentes, parmi lesquelles les oignons (rendement moyen : 12 t/ha), les tomates (rendement moyen : 9 t/ha), les patates (rendement moyen : 6–8 t/ha), les petits pois et les haricots. En plus du paillage artificiel, des surfaces considérables sont recouvertes naturellement par une importante couche de basalte, nombre de ces terres étant utilisées pour la culture du vin (Fernandez Caldas et Tejedor Salguero, 1987).

L'avantage du paillage minéral par rapport au paillage utilisant des matières organiques est que le paillage minéral est relativement inerte ; il ne se décompose pas, n'attire pas les termites ou d'autres animaux et, comme les roches sont relativement lourdes, elle ne sont pas déplacées par les vents ou les averses violentes. D'autres systèmes de paillage utilisent des couvertures de plastique ou d'autres matières synthétiques qui ne sont pas biodégradables et sont déconseillées d'un point de vue environnemental.

Les aspects négatifs du paillage minéral tiennent au fait que les fragments de roche peuvent abîmer les outils agricoles et restent dans le sol un long moment, sans être complètement dégradés. L'utilisation prolongée du paillage minéral sur plusieurs décennies risque donc à terme d'endommager le système racinaire des plantes.

Les succès remportés dans l'utilisation du paillage minéral sur les îles Canaries et en Ethiopie justifient l'intérêt de la Jordanie pour cette technique. En effet, la Jordanie connaît des problèmes de productivité principalement liés au stress hydrique. De plus, les matériaux

de base pour le paillage minéral, c'est-à-dire les roches volcaniques, sont disponibles en grandes quantités dans le voisinage de la zone à problème.

1. Matériaux et méthodes

1.1. PAILLIS DE ROCHES VOLCANIQUES

Les roches volcaniques et zéolitiques sont les principaux matériaux utilisés pour le paillage. Dix mètres cubes de chaque matière ont été obtenus d'une carrière à Tel Aritain, au nord-est de la Jordanie. Les roches volcaniques ont été sectionnées au moyen d'un appareil vibreur qui a permis d'obtenir des morceaux de roche de 0,2 à 1 cm³.

1.2. ANALYSES DU SOL

Des échantillons ont été collectés dans le sol en différents endroits du site au moyen de « carottes », certaines atteignant une profondeur de 0,5 mètre. Les couches de terres successives ont été analysées pour chaque échantillon et décrites selon le système mis en place par la FAO. On a utilisé la règle de couleurs de Munsell pour déterminer la couleur des sols à l'état sec et à l'état humide. Des échantillons représentatifs de 4 kilogrammes chacun ont été récoltés de chacune des couches afin de procéder à leur analyse chimique et physique.

1.3. ANALYSES DE LABORATOIRE

On a procédé aux analyses de base dans les laboratoires géochimiques de l'université de Yarmouk : pH, taux de nitrogène total, taux de matières organiques, capacité d'échange de cations (CEC), taux d'aluminium, texture, quantité de phosphore et de carbonate de calcium disponibles et tests de gravimétrie destinés à déterminer le taux d'humidité dans le sol.

1.4. EXPÉRIENCES DE PAILLAGE MINÉRAL

Les expériences de paillage minéral sur le terrain ont été menées au Centre de recherches et de développement de Badia, à Safawi, dans le nord-est de la Jordanie et au Centre national de recherches agronomiques et technologiques de Ramtha. Deux types de roches volcaniques ont été utilisées sur ces deux sites : les roches noires et les roches zéolitiques. Ces paillis ont été testés sur des épaisseurs de 3, 6 et 9 centimètres sur des lots de 4 mètres sur 5. Une surface sans paillis a servi de contrôle. Les roches ont été étalées uniformément sur la surface du lot fertilisée par des engrais (nitrogène : 40 kg/ha, phosphore : 10 kg/ha) après y avoir semé de l'avoine. Ce traitement a été répété trois fois. Des échantillons du sol destinés à déterminer le taux d'humidité ont été carottés sur une profondeur de 30 centimètres à plusieurs reprises au cours de la période de croissance. Les céréales ont été récoltées à maturité et les rendements déterminés ainsi que le contenu nutritif des graines.

2. Résultats et discussion

Le taux d'humidité à différentes dates au cours de la saison de croissance de l'avoine a été mesuré à 35 centimètres de profondeur dans le sol.

Les données sur l'humidité collectées pendant la saison de 1996 diffèrent de manière significative (plus de 9 %) avec celles du lot de contrôle (sans paillis). Par exemple, pour un taux de 12 % d'humidité dans le lot de contrôle, le lot avec paillis présente un taux d'humidité de 22 %. Plus la saison avance, plus ces différences augmentent.

Les expériences de paillage minéral ont montré que l'humidité du sol était conservée et utilisée par l'avoine pour sa croissance. Il ressort clairement des données récoltées à la station de Ramtha que le taux d'humidité du sol varie entre 9 et 14 % entre le lot avec paillis et le lot de contrôle. Si l'on compare à présent les deux types de roches volcaniques utilisées, les roches zéolithiques semblent encore plus aptes à la conservation de l'eau que les roches noires. Il y aurait également une petite différence observée entre les paillis de 4 centimètres d'épaisseur et ceux de 8 centimètres d'épaisseur.

2.1. EFFETS SUR LA TEMPÉRATURE DU SOL

Les résultats montrent les différences de température dans le sol à différentes heures de la journée entre 6h00 et 20h00 et avec deux sortes de roches volcaniques (roches noires et roches zéolithiques), appliquées à 4 centimètres et à 6 centimètres d'épaisseur. Les différences de température entre les lots avec et sans paillis sont considérables. À la surface du sol, il y avait une différence significative entre les divers traitements.

2.2. EFFETS SUR LA GERMINATION

La germination et la percée des premières pousses était bien meilleure sur les lots avec paillis que sur les lots de contrôle. À peu près 55 % de pousses ont été observées au bout de 10 jours sur les lots recouverts de roches volcaniques comparés à 0 % sur les lots de contrôle. La deuxième observation d'émergence des pousses a été faite 25 jours après la plantation. Tous les lots, exceptés les lots de contrôle, avaient des taux de germination de plus de 80 %. Des observations ultérieures concernant la croissance, la floraison et la reproduction des plantes suivaient la tendance selon la disponibilité de l'eau. Dans tous les lots, la maturité des plantes présentait une avance de 9 à 11 jours par rapport au lot de contrôle.

2.3. EFFETS SUR LES MAUVAISES HERBES ET SUPPRESSION DES PARASITES

Les mauvaises herbes et les parasites sont l'un des problèmes majeurs en Jordanie. Les mauvaises herbes peuvent avoir des effets néfastes sur l'avoine si on ne lutte pas contre leur propagation. Le paillage minéral supprime la croissance des mauvaises herbes de manière

significative sur tous les sites testés. Les lots avec paillis étaient dépourvus de mauvaises herbes alors qu'il y en avait beaucoup sur les lots de contrôle. De même, il n'y avait pratiquement pas de termites sur les lots avec paillis.

2.4. EFFETS SUR LES RENDEMENTS DE L'AVOINE

Le paillage minéral a eu un effet remarquable sur le rendement de l'avoine. À la station de Ramtha, le rendement du site de contrôle variait de 1 980 kg/ha à 2 100 kg/ha pendant l'année 1994. Les champs avec un paillis minéral d'une épaisseur de 3 centimètres variaient de 3 800 kg/ha à 4 260 kg/ha, soit une augmentation de plus du double par rapport au site de contrôle.

2.5. EFFETS SUR L'ABSORPTION DES NUTRIMENTS

Le paillage a amélioré de manière significative la capacité d'absorption des nutriments principaux par graine. Les conditions d'humidité favorables obtenues à partir du paillage ont intensifié l'absorption du nitrogène, du phosphore et du potassium (NPK). Ce phénomène est sans doute lié au fait que les plantes poussent mieux lorsque le taux d'humidité est adéquat. Le taux de NPK accumulé dans les graines était le plus élevé pour le paillage avec des roches volcaniques et le plus bas sur les sites de contrôle. Cela indique clairement que le fait de créer des conditions d'humidité appropriées s'accompagne d'une meilleure gestion de la fertilité des sols, tels que l'utilisation de fertilisants, de fumier et l'intégration de légumineuses dans les cultures.

Conclusion

Le paillage minéral, technique de conservation de l'humidité appliquée avec succès durant des siècles dans d'autres régions arides et semi-arides du monde, a été testé avec des résultats probants dans des zones de la Jordanie où la disponibilité des roches volcaniques est grande. Le paillage minéral avec les roches volcaniques présentes sur place a prouvé son efficacité sur deux sites tests (Safawi et Ramtha). L'application de paillis volcaniques a permis d'obtenir de meilleurs rendements dans la culture de l'avoine. Cette amélioration est probablement le résultat des effets cumulés du paillage sur le taux d'humidité dans le sol, les variations de température, la réduction des mauvaises herbes et l'amélioration de l'absorption des nutriments.

Les expériences de paillage minéral faites en Jordanie ont donné les résultats suivants :

- l'humidité du sol est conservée,
- la croissance des mauvaises herbes est réduite,
- le taux de germination augmente,
- les variations de température dans le sol sont réduites,
- les rendements augmentent,
- les terres sont utilisées de manière plus efficace et plus économique.

Références

- Adams, J. E. 1967. « Effect of mulches on soil temperature and grain sorghum development. » *Agron. J.* 57 : 471–474.
- Allan, W. 1965. *The African Husbandman*. Edinburgh: Oliver and Boyd, 505 pages.
- Benoit, C.G. et D. Kirkham. 1963. « The effect of soil surface conditions on evaporation of soil water. » *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 27 : 495–498.
- Baker, B.H., Mohr, P.A. et L.A.J. Williams. 1972. *Geology of the eastern rift system of Africa*. Geol. Soc. Amer. Spec. Paper 136. 67 pages.
- Bond, J.J. et W.O. Willis. 1971. « Soil water evaporation : Long-term drying as influenced by surface residue and evaporation potential. » *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 35 : 984–987.
- Box J.E. Jr. 1981. « The effects of surface slaty fragments on soil erosion by water. » *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45 : 111–116.
- Box, J. E. Jr. et L.D. Meyer. 1984. « Adjustment of the universal soil loss equation for cropland soils containing coarse fragments. » Dans J.D. Nichols, P.L. Brown and W.J. Grant (eds.) « Erosion and productivity of soils containing rock fragments. » *Soil Sci. Soc. A.M. Spec. Publ.* 13 : 83–90.
- Chepil, W.S., Woodruff, N.P., Siddoway, F.H. et D.V. Armbrust. 1963. *Mulches for wind and water erosion control*. Agric. Research Service, US Dept. of Agric. ARS 41–84 : 23 pages.
- Chesworth, W., Macias Vazgies, Acquaye, D. et E. Thomson. 1983. *Agricultural Alchemy : Stones into Bread*. Episodes 1 : 3–7.
- Choriki, R.T., Hide, J.C., Krall, S.L. et B.L. Brown. 1964. « Rock and gravel mulch aid in moisture storage. » *Crops and Soils* 16 : 24.
- Corey, A.T. et W.D. Kemper. 1968. *Conservation of soil water by gravel mulches*. Hydrology Papers No. 30, Colorado State University Ft. Collins, Colorado, USA, 24 pages.
- Epstein, E., Grant, W.J. et R.A. Struchtemeyer. 1966. « Effects of stones on runoff, erosion, and soil moisture. » *Soil Sci Soc. Amer. Proc.* 30 : 638–640.
- Fernandez Caldas, E. et M.K. Tejedor Salguero. 1987. « Mulch farming in the Canary Islands. » In Wachira & Notholt (eds.) *Agrogeology in Africa*. Commonw. Sci. Counc. Techn. Publ. 226: 242–256.
- Goor, A.Y. et C.W. Barney. 1976. *Forest tree planting in arid zones*. Ronald Press Co. New York, 594 pages.
- Groenevelt, P.H., Van Straaten, P., Rasiyah, V. et J. Simpson. 1989. « Modifications in evaporation parameters by rock mulches. » *Soil Techn.* 2 : 279–285.
- Koeppen, W.S. 1923. *Die Klimate der Erde*. Walter de Gruyter, Berlin.
- King, F.H. 1911. *Farmers for forty centuries or permanent agriculture in China, Korea and Japan*. King : Madison, Wisc. 441 pages.
- Kirkham, D., Rolston, D. et D.D. Fritton. 1976. « Gamma radiation detector of water content in two-dimensional evaporation experiments. » Dans *Isotope and Radiation Techniques in Soil Physics and Irrigation Studies*. International Atomic Energy Agency, Vienne, Autriche, 1 : 1–16.
- Lal, R. 1974. « Soil temperature, soil moisture and maize yield from mulched and unmulched tropical soils. » *Plant Soil* 40 : 129–143.
- Landon, J.R. (editeur) 1991. *Booker tropical soil manual : a handbook for soil survey and agricultural land evaluation in the tropics and subtropics*. Longman Scientific and Technical. New York, 474 pages.
- Laury, R.L. et C.C. Albritton Jr. 1975. « Geology of Middle Stone Age archaeological sites in the main Ethiopian Rift Valley » *Geol. Soc. Amer. Bull.* 86 : 999–1011.
- Makin, M.J., Kingham, T.J., Waddams, A. E., Birchall, C.J. et B.W. Eavis. 1976. *Prospects for irrigation development around Lake Zwai, Ethiopia*. Land Resource Study 26, Ministry of Overseas Development, Angleterre, 316 pages.
- Mehuys, G.R., Stolzy, L.H., et J. Letey. 1975. « Temperature distributions under stones submitted to a diurnal heat wave » *Soil Sci.* 120 : 437–441.
- Modaish, A.S., Horton, R. et D. Kirkham. 1985. « Soil evaporation suppression by sand mulches » *Soil Sci.* 139 : 357–361.
- Richards, L.A. (ed) 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils*. Handbook 60. USDA, Washington D.C.
- Thornwaite, C.W. 1948. « Approach towards a rational classification of climate » *Geogr. Rev.* 38 : 55–94.
- Van Straaten, P., Chesworth, W. et P. Groenevelt. 1992. « Ethiopian rock mulch project turns to pumice » *Ann. Rep. Land Resource Science, University of Guelph* : 74–76.
- Unger, P.W. 1971a. « Soil profile gravel layers : I. Effect on water storage, distribution and evaporation » *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 35 : 631–634.
- Unger, P.W. 1971b. « Soil profile gravel layers : II. Effect on growth and water use by a hybrid forage sorghum » *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 35 : 980–983.

12 La dégradation des terres et leur réhabilitation dans les zones arides du Bénin

Jules Gontran Capo-Chichi, directeur de l'Aménagement du territoire, coordonnateur et point focal CCD au Bénin

1. Introduction : le Bénin

La république du Bénin est située en Afrique de l'ouest, entre 6°10' et 12°25' Nord d'une part, entre 0°45' et 3°55' Est d'autre part. Elle couvre une superficie de 114 763 km² limitée au nord-ouest par la république du Burkina Faso, au nord par la république du Niger, à l'ouest par la république du Togo, à l'est par la république fédérale du Nigeria et au sud par l'océan Atlantique. Le Bénin présente un relief peu accidenté. La seule région élevée est située dans le nord-ouest du pays : c'est la chaîne de l'Atacora.

Le climat du Bénin est relativement sec au sud. Le rythme pluviométrique se décompose en saisons de durée variable selon les latitudes. Dans la partie littorale, les rythmes thermiques sont soutenus, les amplitudes faibles et l'humidité atmosphérique élevée. Les précipitations moyennes annuelles varient de 1 400 millimètres à Sème, à l'est, à 1 050 millimètres à Grand-Popo, à l'ouest, tandis qu'en milieu sublittoral, elles sont d'environ 1 200 millimètres. Les pluies tombent en deux périodes : une première période de la mi-mars à la mi-juillet, dite grande saison des pluies, enregistre 60 à 70 % des totaux pluviométriques annuels ; une seconde période, de septembre à la mi-novembre, voit tomber 15 à 25 % des précipitations annuelles. Entre ces deux culminations pluviométriques s'insèrent les saisons sèches : la grande saison sèche, de novembre à mars, et la petite saison sèche, qui n'est en fait qu'une rémission pluviométrique au cœur de l'hivernage.

La république du Bénin dispose d'un important réseau hydrographique comprenant 3 048 kilomètres de cours d'eau et 333 km² de plans d'eau (lacs et lagunes). Ce réseau est tributaire de trois bassins : le bassin du Niger, le bassin du Pendjari et le bassin côtier.

Les sols du Bénin sont caractérisés par une grande variabilité, tant au plan de leur nature et de leur fertilité, que de leur répartition géographique. La surface totale cultivable représente 62,5 % de la superficie du pays et 20 % seulement des surfaces cultivables sont

effectivement exploitées, soit 12,24 % du territoire national. On distingue cinq principaux types de sols : les sols ferrugineux tropicaux (70 % du territoire), les sols ferrallitiques (7 à 10 %), les sols hydromorphes (5 à 8 %), les vertisols et sols à caractères vertiques (5 %) et, enfin, les sols minéraux et peu évolués (5 %).

Le Bénin n'est pas un pays forestier malgré sa position géographique apparemment favorable. Ainsi, les régions de Grand-Popo et de Ouidah enregistrent des précipitations ne dépassant pas les 900 millimètres d'eau.

Selon les résultats du deuxième Recensement général de la population et de l'habitation (février 1992), la population béninoise comptait 4,9 millions d'habitants en 1992 ; elle est estimée en 1996 à 5,5 millions et avoisine 6 millions d'habitants en 1998. Cette population est inégalement répartie sur le territoire national et se concentre pour plus de la moitié (53,2 %) dans la partie méridionale, qui ne représente que le dixième de la superficie du pays. On estime à 48,6 % la population âgée de moins de 15 ans et à 6 % celle des personnes âgées de 60 ans et plus.

2. Problématique de la dégradation des terres au Bénin

Il convient de distinguer trois types de dégradation des terres : la dégradation chimique, la dégradation physique et la salinisation. La première est une perte de fertilité du sol. Ce phénomène, qui est la conséquence du système de production, affecte toutes les terres cultivées du Bénin. La seconde se manifeste principalement à travers l'érosion hydrique et éolienne.

2.1 ETATS DE DÉGRADATION

Suivant l'état de dégradation du couvert végétal et le degré de productivité des terres, on peut distinguer :

Les sols extrêmement dégradés

Ils ont été identifiés dans les régions de Boukoumbé et de Ouaké. Leur état est dû à l'érosion hydrique et à l'érosion éolienne causées par la rareté du couvert végétal. Leur superficie est estimée à 1 240 km².

Les sols fortement dégradés

On les retrouve dans les régions de Matéri, de Natitingou et certaines régions d'Ouaké au sein de la zone soudano-sahélienne de l'extrême-nord, soit 16 % de la superficie de cette zone. Ils occupent aussi les régions de Banikoara et de Kandi dans la zone soudanienne du centre-est et du nord-ouest, avec une superficie de 4 880 km². Dans la zone soudanienne du nord et nord-est, ils occupent la presque totalité de la zone. Ils ont été identifiés dans les régions de Malanville, de Karimama et de Guéné, couvrant environ une superficie de 5 390 km².

Dans la zone soudano-guinéenne de transition, les sols fortement dégradés occupent les bassins versants à pente moyenne ou ceux qui sont fortement exploités. Ces sols couvrent une superficie de 3 150 km². Quant à la zone soudano-guinéenne sur terre de barre, elle présente des sols fortement dégradés sur les versants des plateaux, avec une superficie d'environ 3 750 km².

Les sols moyennement dégradés

Ils sont localisés autour des agglomérations comme Kotopounga, Kouandé, Péhunco, Copargo et Djougou en ce qui concerne la zone soudano-sahélienne de l'extrême-nord. Ces sols couvrent une superficie de 8 600 km². Dans la zone soudanienne du centre-est et du nord-ouest, on les retrouve dans les régions de Ségbana, de Gogounou, de Kérou, de Péhunco, de Sinendé, de Bembéréké, de Kalalé, de Nikki, de N'Dali et de Parakou ; ils couvrent 24 % de la superficie de la zone. Quant à la zone du nord et du nord-est, les sols moyennement dégradés représentent un lambeau de sols qui longe l'Alibori et dont la superficie couvre 16 % de la zone.

Dans la zone soudano-guinéenne sur terre de barre, les sols moyennement dégradés se retrouvent dans les régions de Kétou, de Pobè, de Sakété et de Porto-Novo (dans le département de l'Ouémé), de Zakpota dans le Zou, de Zè, d'Allada et de Tori-Bossito (dans l'Atlantique), de Lonkli, de Lokossa et de Comè (dans le Mono), couvrant une superficie d'environ 6 750 km². Enfin, dans la zone sableuse littorale et fluvio-lacustre, ces sols sont situés au nord de Cotonou, à l'ouest de Comé et de l'axe routier Lokossa-Djakotomey.

Les sols faiblement dégradés

Ils occupent les cordons littoraux anciens et récents situés entre Cotonou et Grand-Popo dans la zone sableuse littorale et fluvio-lacustre avec une superficie de 2 170 km² et occupent la presque totalité de la dépression de la Lama à l'intérieur de la zone soudano-gui-

néenne sur vertisols. Dans la zone soudano-guinéenne de transition, ils sont situés entre Bantè et Doumè, entre Tchetti et Doumè, puis entre Ouèssè et Tchaourou, et représentent 10 % de la superficie de la zone.

Ces sols sont répartis de façon éparse dans toute la zone soudanienne du centre-est et du nord-ouest avec une superficie d'environ 29 127 km².

Dans la zone soudano-sahélienne de l'extrême-nord, ils ont été identifiés entre Toucountouna et la Mékrou, entre Bassila et Patargo et à l'est de l'axe routier Parakou-Pèrèrè-Nikki, avec une superficie de 14 045 km².

2.2 ACCROISSEMENT DES TERRES DÉGRADÉS

On estime à 100 000 hectares la superficie défrichée chaque année à l'échelle nationale pour l'installation de nouveaux champs (Bourgeau et Sylla, 1989).

Ainsi, les forêts riveraines de palétuviers et autres espèces hydrophiles du littoral ont été détruites au profit de la pêche et de la saliculture. La superficie de la forêt dense naturelle de la dépression de la Lama est passée de 11 000 hectares en 1946 à 2 300 hectares en 1986. Le développement de la culture cotonnière au centre et au nord du Bénin a considérablement réduit la densité des strates arbustive et arborée, tandis que les domaines classés subissent la pression de la culture de l'igname.

D'importantes superficies ont donc été détruites, entraînant la réduction très nette du couvert forestier qui, en 1949, représentait 20 % du territoire national et serait aujourd'hui à moins de 12 %. Enfin, il convient de souligner que l'occupation illicite des massifs forestiers pour l'installation de cultures ainsi que les prélèvements de produits ligneux ont pris une ampleur considérable depuis les années 70.

Toute la zone englobant Boukoumbé, Cobly, Matéri et Tanguéta est une zone semi-aride à pente très forte avec un système cultural inadéquat sur les flancs de montagnes, ce qui provoque une érosion intense ne laissant qu'un sol pierreux et très fragile. Le ruissellement est très actif et joue un rôle de décapage rendant toute la zone presque désertique. Les rendements y sont très faibles et les arbres se raréfient.

La zone de Ouaké, de Djougou et de Copargo est une zone moins pentue que la première, mais sur laquelle un très mauvais système cultural constitué de buttes de plus d'un mètre de haut et de labour dans les cours d'eau provoque une érosion très forte et un comblement de ces cours d'eau.

La partie s'étendant aux sous-préfectures de Karimama, Malanville, Kandi, Banikoara, et Ségbana est contiguë à la zone sahéenne. On y enregistre des vents de sable, une saison sèche plus longue et la transhumance des troupeaux venus du Niger et du Nigeria. La pression sur les ressources naturelles de cette zone s'explique essentiellement par la pauvreté du paysan qui manque de débouchés pour ses produits vivriers.

3. Facteurs de la dégradation des terres au Bénin.

On peut distinguer les facteurs naturels et les facteurs anthropiques.

3.1. FACTEURS NATURELS

Relief

Les régions montagneuses et de collines comme celles des départements du nord et des Collines, où existent de fortes pentes, sont exposées au phénomène de la désertification. Aussi l'occupation de leurs flancs sans la pratique de la culture selon les courbes de niveau constitue-t-elle un facteur important de dégradation.

Climat et hydrographie

Depuis quelques décennies, l'évolution du climat béninois est marquée par une grande variation pluviométrique et par la précocité des saisons. L'analyse de la pluviométrie à partir des totaux annuels aux postes synoptiques montre une tendance à la baisse. Ainsi, le déficit pluviométrique est plus accentué dans les départements du nord, où il dépasse les 20 % dans les régions de Tchaourou, de Bembéréké, de Karimama, de Ségbana, de Tanguiéta, de Boukoumbé et de Coby. Par ailleurs, l'analyse de l'écoulement des eaux à partir des stations hydrométriques montre qu'après les années 70, le débit des cours d'eau a diminué, de même que la recharge des nappes. Le déficit de recharge des nappes après les années 70 par rapport aux années antérieures peut atteindre des taux de 60 % dans les départements des Collines, du Zou, de l'Alibori et du Borgou. Enfin, beaucoup de rivières ont un écoulement temporaire et la saison des pluies provoque des inondations saisonnières importantes, dont une grande partie est évacuée et ne profite pas au sol.

Les sols de la partie septentrionale du pays sont les moins arrosés et sont sujets au surpâturage et à la transhumance. Mais aussi, les sols faiblement ferrallitiques, encore appelés « terre de barre » (de bonne qualité agronomique), que l'on rencontre sur les plateaux du sud-Bénin occupent environ 5 % du territoire national et sont aujourd'hui très menacés parce que près de la moitié de la population actuelle du Bénin, soit environ 2 750 000 personnes y vivent en 1996. La quasi-totalité des sols du territoire connaissent donc une dégradation sous l'action conjuguée des facteurs physiques tels que l'érosion hydrique et éolienne et des facteurs anthropiques comme la destruction de la végétation et les pratiques agricoles mal adaptées.

3.2. FACTEURS ANTHROPIQUES

Pratiques culturelles

La principale activité économique au Bénin est l'agriculture. Or, la forte démographie entraîne l'exploitation

excessive et irrationnelle des terres, par des pratiques agricoles traditionnelles qui épuisent énormément les sols (culture itinérante, sur brûlis). Ainsi, des données indiquent qu'en seize ans, 348 328 hectares de terres nouvelles ont été défrichées, ce qui correspond à une évolution annuelle moyenne de 21 770,5 hectares, soit un taux moyen de pression de 0,3 % par rapport à la superficie cultivable disponible estimée à 7 050 000 hectares.

Au total, les terres qui sont généralement surexploitées dans les conditions techniques actuelles deviennent improductives au bout de quelques années et finissent par se transformer en cuirasses latéritiques stériles, ce qui constitue un signe avant-coureur de la désertification.

Les deux départements du nord du Bénin se trouvent dans la zone qui réunissent toutes les conditions pouvant lui conférer les caractéristiques d'une zone aride. Il est important de souligner que l'une de ces deux entités territoriales produit à elle seule plus des deux tiers de la production cotonnière du pays.

La culture du coton, dans sa forme actuelle, participe, avec la culture des tubercules d'igname, à la forte dégradation des terres. Le coton représente plus de 80 % du produit intérieur brut (PIB) du pays. Pour les populations de cette partie du Bénin, la culture du coton est un gage de sécurité de prospérité, étant donné l'assurance de revenu après une campagne.

Malgré une importante utilisation d'engrais chimiques, les pratiques culturelles traditionnelles sont encore en vigueur chez les paysans béninois. Les engrais chimiques coûtant chers, ils ne sont pas assez employés pour la culture du coton. Dès que le rendement baisse, le producteur se déplace et brûle de nouvelles parcelles pour gagner des terres cultivables.

Le coton contribue à dénuder les sols qui, du coup, se trouvent exposés aux différentes formes d'érosion. De vastes périmètres sont dégradés, réduisant les superficies cultivables. Les tubercules d'igname « asphyxient » les arbres sur pieds et poussent autour de leurs troncs, comme autour de tuteurs. En outre, ces cultures demandent beaucoup d'eau, ce qui favorise le décapage du sol et l'érosion hydrique.

Exploitation des ressources forestières

Les massifs forestiers sont illicitement occupés pour l'installation des cultures. On assiste aux prélèvements excessifs de produits ligneux. De vastes superficies sont ainsi détruites, entraînant du coup la réduction du couvert forestier qui recouvre aujourd'hui moins de 12 % du territoire contre 29 % en 1949.

Techniques de pêche

La pêche est également une activité importante au Bénin. Cependant, elle est pratiquée de façon artisanale sur les lacs et les lagunes. C'est ainsi qu'au nombre des diverses techniques utilisées, celle des parcs en

branchages de bois, communément appelés « acadja », est de plus en plus répandue. Cela a pour conséquence le déboisement des berges. Le phénomène est surtout observé autour du lac Ahémé, où l'érosion des berges entraîne un rythme de comblement poussé.

Élevage transhumant

La transhumance est perçue comme un système de production dégradant pour l'environnement, en raison du fait qu'elle occasionne des déplacements massifs de cheptels à la recherche de pâturages et de points d'eau. Ici, la dégradation est perçue comme un processus de diminution des ressources pastorales, suite à leur utilisation irrationnelle par l'élevage.

Au Bénin, la transhumance s'opère essentiellement dans le sens nord-sud. Le cheptel bovin national est essentiellement concentré dans les départements du nord, notamment dans les zones du Borgou, de l'Alibori, de l'Atacora et du Donga, qui possèdent à eux seuls 85 % des effectifs nationaux qui avoisinent les 1 200 000 têtes.

Depuis la sécheresse des années 70 et 80, la transhumance des bovins en provenance des pays frontaliers (Niger, Nigeria, Burkina Faso) s'est fortement accentuée : près de 200 000 têtes de bovins et 17 000 têtes d'ovins / caprins au cours de la saison sèche 1994-1995.

Or, les systèmes de production agro-pastoraux et pastoraux établis dans ces milieux favorisent un mode d'élevage transhumant. Celui-ci conduit à une gestion de l'espace caractérisée par la pâture de jour et deux types de déplacements : la petite transhumance pendant la période de pluie et la grande transhumance pendant la saison sèche pour une durée d'environ six mois.

Les forêts classées de ces zones sont les lieux de prédilection des éleveurs, en majorité Fulani. Les passages répétés des troupeaux engendrent de vastes couloirs, dont la terre et le couvert végétal se dégradent du fait du piétinement répété du sol et de l'élagage systématique des arbres. Ce phénomène crée par ailleurs des situations conflictuelles entre les paysans et les éleveurs, à cause des destructions de cultures engendrées par le passage des animaux.

Pratique des feux de brousse

Au Bénin, une bonne partie de la superficie du territoire (106 990 km²) est soumise aux feux de brousse (Bossou, 1999). Ce sont surtout les départements du nord et du centre qui subissent les méfaits et les ravages de cette pratique. Les feux de brousse sont pratiqués couramment pour préparer les champs, faire la chasse ou chercher de jeunes pousses pour le bétail. Tout cela a pour conséquence d'exposer directement le sol à la dégradation. De même, le feu transforme en cendre la litière organique et, dès les premières pluies ou le premier vent, ces cendres sont emportées, occasionnant ainsi une perte en éléments nutritifs pour les terres. Le passage répété de ces

feux entraîne un effet négatif sur la végétation dont la croissance est fortement affectée. On aboutit d'année en année à un appauvrissement de la composition floristique privilégiant les essences résistantes au feu et à un dénuement de grands espaces autrefois boisés.

4. Régime foncier

Deux régimes fonciers se côtoient au Bénin : le régime foncier coutumier qui prend source dans les règles et les pratiques séculaires, mais dont le manque de sécurité engendre de nombreux conflits domaniaux d'une part ; le régime de la propriété foncière, le seul qui confère la sécurité juridique et qui est incarné par la loi n° 65-25 du 14 août 1965 d'autre part. Il est d'une application très limitée puisque moins de 1 % du territoire national est actuellement couvert par le titre foncier.

Ce dualisme du régime foncier explique la problématique foncière au Bénin, qui manque de cohérence et qui n'est pas adaptée aux besoins de développement économique et social. Cela engendre nombre de pratiques préjudiciables à l'environnement.

La pratique de la culture itinérante sur brûlis a pour corollaire la baisse du couvert végétal et la baisse de la fertilité des sols, ce qui conduit à la désertification.

La durée des jachères est réduite de manière significative, quand elle n'est pas carrément inexistante.

La fréquence des conflits liés à l'exploitation de l'espace et des plans d'eau dans les zones humides augmente, ce qui conduit à l'appropriation privative au mépris du principe de la domanialité publique des eaux. Les acteurs et des structures responsables de la gestion foncière (autorités coutumières, administration territoriale locale, services techniques nationaux, etc.) se multiplient.

5. Conséquences de la dégradation des terres

Les problèmes en relation avec la désertification recensés au cours des différentes concertations avec les populations sont : le déficit hydrique, qui se traduit par l'insuffisance de la pluviométrie, la baisse de la nappe phréatique, l'assèchement des cours d'eau et le tarissement des puits, les perturbations climatiques (prolongement de l'harmattan), la raréfaction du bois et l'amenuisement des forêts, la dégradation et l'appauvrissement des sols, l'ensablement des cours d'eau et la diminution des ressources halieutiques, la réduction de la superficie agricole utile et la disparition de certaines espèces végétales et animales.

5.1. CONSÉQUENCES ÉCOLOGIQUES

La baisse du régime des précipitations et la forte réduction du volume annuel des pluies ont eu des effets négatifs sur les cultures, la croissance de la végétation, l'état des ressources en eau et ont entraîné une remise

en cause profonde des modes de répartition de l'espace entre les différentes activités productives. Une croissance démographique et une urbanisation galopante ont nui aux équilibres écologiques à cause de la pression accrue exercée par les populations sur des ressources naturelles déjà fragilisées.

5.2. CONSÉQUENCES SOCIO-ÉCONOMIQUES

L'appauvrissement et la dégradation des sols, la diminution des ressources halieutiques dans les cours d'eau et la raréfaction du bois ont pour conséquence la paupérisation progressive des populations rurales et périurbaines. Au niveau de la campagne, l'exode rural prive l'agriculture de main-d'œuvre.

Pour les besoins de survie et de convenance sociale (mariages, funérailles, etc.), les paysans n'hésitent pas à vendre leurs productions avant la récolte et même leurs lopins de terre, se privant ainsi définitivement de leur principale source de revenu. Cette situation risque de devenir à terme très déplorable, étant donné que les villes ou les pays voisins n'offrent plus l'accueil souhaité par les nouveaux migrants. Une codification appropriée de la propriété foncière et sa jouissance paraissent d'une nécessité impérieuse.

6. Réhabilitation des terres dégradées au Bénin

Conformément à l'article 18 de la Convention, les parties s'engagent, ainsi qu'elles en ont convenu d'un commun accord et conformément à leur législation et/ou à leurs politiques nationales, à promouvoir l'acquisition, l'adaptation et la mise au point de technologies écologiquement rationnelles, économiquement viables et socialement acceptables pour lutter contre la désertification et/ou atténuer les effets de la sécheresse, en vue de contribuer à l'instauration d'un développement durable dans les zones touchées.

Ainsi, différents moyens ont été mis à la disposition des communautés à la base en vue de lutter contre la dégradation des terres. Il s'agit entre autres de l'élaboration d'outils et de méthodes d'approche participative qui permettent d'impliquer davantage les populations dans le processus de recherche-action, prenant en compte les pesanteurs sociologiques du milieu concerné :

- 1) la technologie de *Mucuna* pour relever la fertilité des sols et lutter contre les adventices ;
- 2) les mesures de lutte anti-érosive par des lignes végétatives sur courbes de niveau ;
- 3) la production fourragère pour la complémentarité alimentaire d'un certain nombre de pieds d'arbres à l'hectare ;
- 4) la production et l'utilisation de l'engrais organique, notamment le fumier de ferme ;

- 5) la vulgarisation de foyers améliorés ;
- 6) la technologie du biogaz ;
- 7) l'extraction du miel sans usage du feu ;
- 8) la vulgarisation des séchoirs à base d'énergie solaire.

Le souci de protéger l'environnement par une gestion durable n'est pas récent au Bénin. Traditionnellement, des droits d'usage, des règlements et des codes étaient élaborés en fonction des écosystèmes. Aussi rencontre-t-on dans certaines communautés des techniques et des comportements adaptés à une bonne gestion du terroir pour la conservation de la diversité biologique. Ces acquis technologiques et socioculturels sont souvent placés sous le sceau d'institutions religieuses pour en garantir le respect par tous. Dans l'univers culturel des peuples Aja-Tado et Yoruba, par exemple, quatre éléments fondamentaux donnent et régissent la vie, à savoir : l'eau, le feu, l'air et la terre. La vie elle-même ne se manifeste que grâce à la combinaison harmonieuse de ces éléments (élevage, pêche, culture, artisanat, etc.) qui garantissent le bien-être matériel, physique, moral et psychologique de chaque acteur social. Les peuples du septentrion dans notre pays ont aussi cette perception de la nature et possèdent des croyances et des mythes s'y rapportant.

Les communautés traditionnelles ont donc largement conscience que les phénomènes naturels constituent le support de la vie et de leurs croyances. C'est pourquoi les quatre éléments ont été sacrés, identifiés à des divinités reconnues et craintes par tous, car leur disparition partielle ou totale, voire leur simple dégradation, porterait préjudice à la vie. Ces principes traditionnels fondent les techniques et réglementations d'usage qui ont permis de conserver jusqu'à nos jours certains écosystèmes relativement en équilibre.

Les techniques de culture en terrasses par les peuples des régions montagneuses du nord-ouest en sont un exemple frappant. La technique de cultures associées sur buttes géantes mises au point par les Lokpa de la même région constituent une forme de gestion intensive des bas-fonds et des dépressions. Les interdits liés à la coupe de certaines essences végétales pour des usages bien définis caractéristiques de certaines communautés constituent une forme de conservation de la diversité et, en même temps, de protection du sol. L'institution des forêts sacrées dédiées à de multiples fonctions sociales, religieuses et autres a prouvé son efficacité dans la conservation et la protection de l'environnement.

Pour atteindre ces objectifs généraux de restauration et de réhabilitation des terres, les domaines d'activité retenus sont : le développement et la gestion rationnelle des ressources en eau, la sécurité énergétique, la sécurité alimentaire, la conservation et la protection des

ressources naturelles, l'aménagement des terroirs, le renforcement des capacités des acteurs à divers niveaux, la lutte contre la pauvreté, l'élaboration et la mise en œuvre d'une politique foncière.

Un exemple permet d'illustrer les efforts entrepris dans la lutte contre la désertification au Bénin : les localités fortement frappées par la dégradation des terres se trouvent dans les localités où la jachère a disparu. Les terres cultivables, que l'on croyait jadis indéfiniment disponibles en terme de superficie, sont devenues rares aujourd'hui. Cette situation découle du fait que de nouveaux producteurs apparaissent d'année en année. Les paysans producteurs sont concurrencés par les commerçants des villes et les fonctionnaires, qui voient dans la culture du coton un complément de revenus.

Il est utopique, voire impossible, de demander aux paysans d'abandonner la culture du coton, qui apporte des devises à l'État et des revenus substantiels aux ménages. Convaincu de son impact négatif sur les terres, la biodiversité et les ressources naturelles, le gouvernement du Bénin, à travers le ministère chargé de l'Environnement, a entrepris un vaste programme de promotion de plantation d'arbres.

Le projet, qui paraît banal puisqu'il s'agit de plantation d'arbres, est une réponse aux préoccupations environnementales. L'anacardium est vulgarisé et mis gratuitement à la disposition des collectivités locales dans le but de diversifier la production agricole. Il est seulement demandé à ces dernières de délimiter les périmètres à réhabiliter. Le sarclage, les trouaisons, la mise en terre des plants et leur entretien contre la transhumance et les feux de brousse sont assurés par les populations elles-mêmes. L'anacardium, après les premiers fruits, apporte la couverture végétale, des devises et protège les terres contre toute forme de dégradation. La plantation tolère le couplage d'autres cultures, comme les graminées, les oléagineux et évite les risques de feux de brousse.

Une telle culture n'expose pas le paysan aux dettes dues à l'acquisition de produits chimiques et à l'angoisse d'une mauvaise campagne du fait des aléas climatiques.

Conclusion

La réhabilitation des terres aujourd'hui mérite que l'on tire les leçons qui s'imposent. C'est pourquoi les connaissances endogènes exprimées par les communautés locales dans le cadre du processus participatif d'élaboration des PAN nous impose le respect strict de leur prise en compte et leur valorisation.

Le fardeau du coût des intrants agricoles, la difficulté à mieux maîtriser les filières agricoles, l'absence d'une véritable application de la recherche agronomique seront encore pour longtemps les grands obstacles au développement durable des économies des pays en

voie de développement. C'est pourquoi il faut insister et s'appropriier les connaissances indigènes pour la réhabilitation des terres dégradées.

13 La dégradation et la réhabilitation des terres arides : l'expérience du Nigeria

Dr B. Hassan, directeur adjoint, ministère fédéral de l'Environnement, Abuja, Nigeria

Introduction

C'est un fait que toute vie terrestre dépend de la croûte de terre fragile et friable qui recouvre tous les continents. Plus de 110 pays possèdent des terres arides qui sont potentiellement sujettes à la désertification. Le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) estime que la désertification, une forme aggravée de la dégradation des terres, pourrait coûter au monde 42 milliards de dollars par an en pertes de productivité. Le coût social serait même supérieur et plus difficile à quantifier. De nombreuses populations des régions arides sont obligées de quitter leurs terres, ce qui a pour effet d'augmenter la migration vers les zones urbaines et vers d'autres pays au climat plus propice. La majeure partie des agriculteurs manque de contrôle sur leurs terres et l'effondrement des sociétés rurales dans les zones affectées contribue à la pauvreté, aux conflits sociaux et ethniques et à l'instabilité politique, qui accentue la dégradation de l'environnement.

1. Situation et environnement du Nigeria

Le Nigeria est situé entre les latitudes 4° et 14° Nord et les longitudes 2,2° et 14,30° Est sur une surface de 923 770 km². Environ 35 % de cette surface sont considérés comme des terres arables, 15 % sont utilisés pour le pâturage, 10 % constituent des réserves forestières, 10 % sont recouvertes d'installations humaines et les 30 % restants sont des terres considérées inadaptées à l'agriculture.

À cause de sa superficie étendue, le pays connaît divers régimes climatiques et plusieurs unités physiographiques qui représentent une grande variété de zones écologiques, comme la forêt tropicale, la savane guinéenne, la savane soudanienne ou la végétation sahélienne. La zone semi-aride qui comprend la région soudano-sahélienne est, de par sa nature et ses caractéristiques, sensible au processus de désertification. Cette zone est particulièrement vulnérable aux pressions climatiques et

humaines, dues à l'accroissement rapide de la population et à l'intensification des activités économiques.

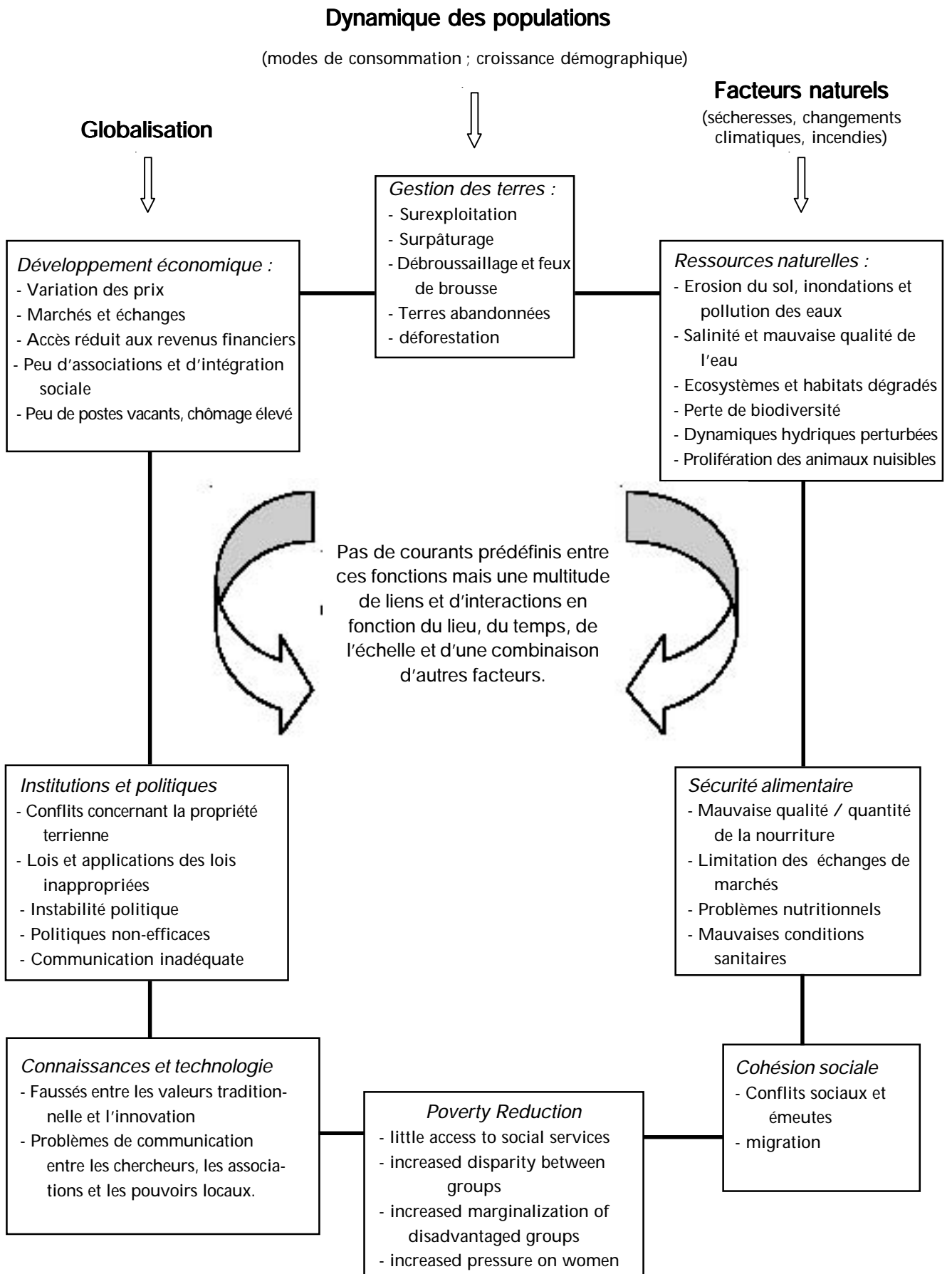
2. Terres arides du Nigeria

Selon la FAO, les terres arides comprennent les zones arides, semi-arides et subhumides sèches avec des précipitations moyennes entre 0 millimètre et 1 500 millimètres, selon l'altitude et la latitude. Au Nigeria, la zone soudano-sahélienne représente les terres arides du pays. Elles sont les plus sensibles à la sécheresse et à la désertification et couvrent environ 16 États sur les 36 États du territoire fédéral. Cependant, les conditions climatiques sont plus dures dans le nord que dans les régions du sud, plus humides. L'évapotranspiration potentielle dans ces zones est beaucoup plus élevée que les précipitations naturelles, ce qui a pour conséquence un déficit dans le budget de l'eau d'environ 230 millimètres dans la partie sud et environ 1 309 millimètres dans la partie nord de la zone.

L'important manque d'eau dans cette zone a amené les gouvernements à explorer et à exploiter les sources d'eaux souterraines. À l'heure actuelle, l'extraction de l'eau, par des trous et des puits creusés à la main, surexploite et assèche les nappes phréatiques. Par exemple, une diminution de 1,5 mètre a été relevée dans le niveau d'eau des trous creusés à Maidiguri, au nord-est du Nigeria. Aujourd'hui, la situation dans la plupart des régions arides a sans doute encore empiré.

De plus, les sols de la plupart des terres arides sont sablonneux, contiennent peu de matières organiques et sont caractérisés par une faible capacité à retenir l'eau. La seule exception est le sol de *fadama*, qui est finement structuré avec une importante proportion de matières organiques et une plus grande capacité à retenir l'eau. C'est aussi dans cette zone que les fermiers ont empiété sur les réserves de pâturage et sur les zones climatiques marginales, ce qui a accentué les conflits entre fermiers et pasteurs et a amplifié le processus de désertification.

Figure 1 : La dégradation des terres et leur réhabilitation dans les zones arides (FAO, 1999)



3. Etat de la désertification au Nigeria

Les caractéristiques climatiques de la région en font l'une des zones les plus vulnérables du monde. Le climat est marqué par une longue saison sèche d'octobre à mai et une saison des pluies relativement courte entre juin et septembre. Les averses sont à la fois peu abondantes et mal réparties. De plus, les schémas de précipitations sont caractérisés par des variations dans l'espace et dans le temps, ce qui entraîne une réduction drastique de la saison de croissance agricole et une diminution des rendements, une augmentation de la malnutrition et de la famine. C'est donc une zone à risques qui rend les entreprises économiques et agricoles très précaires.

4. Etendue de la désertification

L'étendue et l'importance de la désertification au Niger ont été définis. Cependant, il est connu que la désertification, qui touche les 11 États du nord, est considérée comme le problème environnemental le plus pressant. La Banque mondiale estime à 73 %, soit environ 5,11 milliards de dollars américains, la totalité des pertes annuelles engendrées par la dégradation des terres et liées à la désertification. On considère également que le pays perd actuellement chaque année 351 000 hectares de terres qui se transforment en déserts où en terres désertifiées. chaque année. Cette avancée vers le sud progresserait au rythme de 0,6 kilomètre par an.

Le signe visible de ce phénomène est la transformation progressive des formations végétales, d'arbres et d'arbustes passant à l'état d'arbustes et d'herbe, puis, à un stade final, à l'état d'étendues sableuses n'ayant presque plus de végétation. Les recherches ont démontré ce processus sur 50 à 75 % des 11 États du nord affectés par la désertification. Ces États, qui abritent une population d'environ 37 millions de personnes, représentent environ 40 % de la superficie totale du pays. Bien que cette région soit très vulnérable, elle comprend environ 90 % du bétail : deux tiers des chèvres et des moutons et presque tous les ânes, les chameaux et les chevaux du pays.

5. Causes de la désertification

Au Nigeria, comme dans d'autres régions sèches du monde, le processus de désertification est le résultat de l'interaction entre différents facteurs, à la fois naturels et humains.

Les causes de la désertification communément identifiées sont :

- la surexploitation des terres,
- le surpâturage,
- la déforestation,
- les pratiques d'irrigation inappropriées.

Ces facteurs anthropogènes entraînent la dislocation du système écologique à cause d'une mauvaise utilisation des terres et d'un accroissement constant de la population.

Tableau 1 : Thèmes liés à la désertification au Nigeria

Thèmes	Causes
Surexploitation/cultivation des terres marginales	* Abandon de la jachère * Baisse de la productivité des terres qui force les agriculteurs à cultiver les terres marginales
Surpâturage	* Augmentation du nombre de bêtes * Concentration du bétail sur des pâturages et à côté de points d'eau au-delà de la capacité de charge du milieu * Augmentation de l'immigration du bétail des pays adjacents (Tchad, Cameroun, Niger)
Salinité	* Mauvaises conception, gestion et surveillance du système d'irrigation
Déforestation	* Extractions fossiles excessives * Extraction du bois pour la construction * Feux de brousse * Défrichage incontrôlé pour les besoins de l'agriculture
Pertes agricoles	* Invasion des animaux nuisibles et recrudescence des maladies * Sécheresse
Pauvreté	* Gouvernements et politiques peu favorables * Dégradation des terres entraînant de mauvaises récoltes * Impossibilité d'exercer des activités génératrices de revenus en dehors de la ferme * Défaut d'accès aux organismes créditeurs

C'est une interrelation complexe qui inclut :

- de mauvaises conditions physiques en terme de qualité des sols, de la végétation, de la topographie, et une extrême variabilité du climat inhérente à la région, se manifestant par des sécheresses fréquentes ;
- le déséquilibre écologique causé par une mauvaise exploitation des terres et par la demande croissante en ressources naturelles due à l'augmentation de la population et aux systèmes socio-économiques des régions touchées ;
- les mauvaises pratiques agricoles et la mauvaise gestion des terres.

Tableau 1 (page 72) donne un aperçu des causes majeures de la désertification au Nigeria.

6. Impact de la dégradation des terres sur la désertification

L'impact de la dégradation des terres au Nigeria se retrouve à plusieurs niveaux.

6.1. IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES

La désertification et la dégradation des terres ont des impacts socio-économiques se révélant par le biais d'une productivité agricole basse et d'un démantèlement de la structure sociale. Des études ont montré que la réponse la plus courante à la désertification est la migration, qui n'est cependant pas la solution la moins traumatisante. La plupart des mouvements de migration s'effectuent vers les centres urbains dans les États du nord et du sud. Un autre schéma de migration est purement rural, les agriculteurs se dirigeant vers les *fadamas* et les bassins de rivière ou de lacs pour y pratiquer le pastoralisme, la pisciculture et l'agriculture. En 1989, une étude statistique réalisée dans le bassin du lac Tchad a montré que les immigrés venaient surtout des États frontaliers de Bauchi, Gombe, Kano, Jigawa et Sokoto, Zamfara et Kebbi.

6.2. CONFLITS AUTOUR DE L'EXPLOITATION DES RESSOURCES

La désertification et la dégradation des terres sont connues pour encourager les conflits économiques et sociaux. Il est avéré que les conflits portent généralement sur des zones à haute productivité, surtout si celles-ci produisent des ressources rares et saisonnières. Les zones les plus productives et les plus convoitées sont les *fadamas*, car ce sont des terres humides. Les *fadamas* sont, par conséquent, source de conflits entre les fermiers et les bergers, entre les fermiers et les pêcheurs, ou encore entre les pêcheurs et les bergers. Cela est souvent accentué par un manque de gestion des ressources naturelles, une croissance démographique rapide et une dégradation de l'environnement.

6.3. DÉGRADATION DES HABITATS ET PERTE DE LA BIODIVERSITÉ

La faune et la flore de la zone soudano-sahélienne ont été très touchées par les changements climatiques et la mauvaise gestion ou encore la surexploitation de l'environnement. Certaines espèces, comme l'antilope, le guépard et le lion ont à présent presque totalement disparu, tandis que d'autres, comme la girafe et les éléphants, sont exposés à un grave danger. D'autres espèces animales en voie d'extinction sont les busards, les autruches, et d'autres espèces d'oiseaux. En ce qui concerne la flore, la plupart des espèces indigènes identifiées il y a quelques dizaines d'années sont à présent difficiles à trouver, surtout si elles ont une valeur médicinale ou nutritive comme *Acacia senegalensis* et *Adansonia digitata*.

7. Efforts de lutte contre la désertification au Nigeria

Le gouvernement fédéral a récemment pris des décisions importantes dans le sens de la protection de l'environnement dans l'optique de faciliter le développement durable. Il est ainsi important de revoir certains efforts afin d'identifier de nouvelles initiatives considérées utiles.

7.1. POLITIQUES, PLANS ET STRATÉGIES

Le gouvernement a reconnu le caractère multisectoriel des problèmes liés à la désertification et a pris une série de mesures politiques allant de l'agriculture à l'énergie. Certaines de ces politiques font partie de la politique environnementale nationale, d'autres de la politique agricole nationale, des plans d'action des États en matière d'environnement ou de gestion des forêts, des stratégies nationales de conservation des ressources naturelles, de l'eau et de la biodiversité. D'autres incluent l'Agenda vert de la vision 2010 et l'Action 21 national.

7.2. CADRE LÉGAL ET INSTITUTIONNEL

Avant l'UNCCD, certaines lois nationales et fédérales plus ou moins directement liées à la lutte contre la désertification étaient appliquées. Dans de nombreuses situations, ces lois prennent en compte les causes de la désertification, comme la déforestation, la surexploitation des ressources naturelles, les pratiques agricoles inappropriées, les incendies, etc.

La mise en place d'un ministère fédéral de l'Environnement est l'une des initiatives les plus importantes que le gouvernement a prises pour traiter les problèmes environnementaux à facettes multiples. Le ministère est chargé de la protection de l'environnement, de la biodiversité et de la conservation des ressources naturelles, ce qui comprend les domaines politiques liés à la lutte contre la désertification. Le ministère est également chargé de la mise en place de l'UNCCD.

Un comité national de coordination sur la lutte contre la désertification, partie prenante de la stratégie de l'UNCCD, a été établi afin de conseiller et de coordonner les activités. Le comité est constitué de représentants de ministères et d'agences fédérales et nationales, d'instituts de recherche et d'organisations non gouvernementales. D'autres initiatives comprennent l'organisation d'un conseil d'administration des parcs nationaux ainsi que la promulgation d'une loi comprenant l'Étude d'impact environnemental (EIE), le règlement sur la protection des espèces en danger (contrôle du commerce et du transport des plantes et des animaux) et le décret national sur les ressources en eau.

7.3. GESTION DES RESSOURCES EN EAU

La conférence des Nations Unies sur l'eau, qui s'est tenue en 1977, a appelé à un planning social, économique et environnemental comme mesure pour lutter contre la désertification. Les autorités de développement des plaines alluviales (*River Basin Development Authorities, RBDA*) sont activement impliquées dans le développement des ressources en eau, particulièrement en ce qui concerne l'irrigation des régions arides. La construction de barrages et de points de diversions des rivières et, en certains endroits, l'exploitation des eaux souterraines, font partie de ces efforts. Ces autorités sont aussi impliquées dans l'amélioration de la disponibilité des ressources en eau dans la communauté et de l'aménagement de points d'eau dans les prairies.

Dans le même registre, le gouvernement, grâce à l'assistance de la Banque mondiale, a créé le projet national de développement des *fadamas*, supervisé par les programmes de développement agricole des États dans le but d'optimiser les ressources en eau des zones humides pour irriguer de petites surfaces. Ce projet permet aussi de créer des emplois pour la population rurale pendant la saison sèche en réduisant le nombre de paysans engagés dans le commerce hors saison du bois d'énergie.

7.4. PROGRAMMES FORESTIERS

Un projet de reforestation a été institué par le gouvernement fédéral en 1976, afin de gérer les problèmes de désertification par la mise en place de parcelles boisées, de ceintures vertes et de brise-vents. Plus de 10 millions de jeunes pousses ont été cultivées annuellement entre 1978 et 1984. On a constitué une ceinture verte d'environ 150 kilomètres de long, 3 680 hectares de parcelles boisées, 24 trous de sonde, 70 pépinières et une école professionnelle de sylviculture.

Le Communauté européenne a financé un projet pilote dans l'État de Katsina, qui couvrait une superficie de 1,6 million d'hectares, comprenant la mise en place de ceintures vertes, de brise-vent et de parcelles boisées sur des terres agricoles. De plus, la Banque mondiale

finance également un projet similaire dans cinq autres États de régions arides. L'accent est mis sur la participation des fermiers. Les thèmes principaux sont l'exploitation des terres et les politiques énergétiques, une campagne de plantation d'arbres et de prévention des feux de brousse. D'autres sont le système sylvo-pastoral et la stabilisation des dunes de sable.

7.5. PROGRAMMES DE DÉVELOPPEMENT AGRICOLE DES TERRES ARIDES

Avec l'aide de la Banque mondiale, le gouvernement fédéral a dépensé des sommes énormes pour instaurer les Programmes de développement agricole (PDA) dans les 36 États du territoire fédéral. Les PDA opèrent par le système de formations et de visites, couvrant les zones de culture, de production de bétail et de santé animale, de pisciculture, d'agroforesterie et du rôle des femmes dans l'agriculture. Cela est destiné à former les paysans de petites fermes, responsables de 90 % de la production alimentaire du pays.

7.6. PROGRAMMES D'EXPLOITATION DES ÉNERGIES ALTERNATIVES

Même si le Nigeria a la chance de posséder d'abondantes sources d'énergie renouvelable, le pays reste actuellement dépendant du bois d'énergie et des hydrocarbures fossiles. La disponibilité en bois d'énergie pour les besoins domestiques et commerciaux est l'une des causes majeures de désertification dans les États des zones arides. La Commission à l'énergie du Nigeria (CEN) a instauré plusieurs programmes promouvant l'utilisation des sources d'énergie renouvelable dans l'optique de réduire la déforestation qui accompagne l'exploitation du bois d'énergie. Bon nombre de projets terminés et en cours ont été rendus possibles grâce au CEN, notamment les programmes de formation sur les techniques d'exploitation des énergies renouvelables ainsi que des projets d'utilisation du biogaz et de la biomasse.

7.7. PROGRAMMES DE RÉDUCTION DE LA PAUVRETÉ

Le gouvernement a pris conscience du fait que, pour lutter contre la désertification, il faut d'abord lutter contre la pauvreté. En conséquence, un bon nombre de programmes d'éradication de la pauvreté ont été mis en œuvre. Parmi eux, le Programme de développement de la zone aride du nord-est, le Programme de village modèle, le Programme de protection de l'environnement de Sokoto et le Projet de développement communautaire et agricole de l'État de Katsina.

Le gouvernement s'est également impliqué dans des programmes d'émancipation économique, comme le programme de support familial, la banque populaire et les banques communautaires afin de permettre aux pauvres d'accéder aux institutions de crédit.

8. Expériences passées et contraintes

Nombre de ces programmes ont connu un accès limité aux ressources du fait de plusieurs contraintes. L'une d'elles est l'approche du haut vers le bas en ce qui concerne la gestion des ressources environnementales, un manque de coordination et de monitoring, des changements de politique fréquents, des technologies inadéquates et le mépris des techniques traditionnelles dans le processus de développement.

8.1. APPROCHE DU HAUT VERS LE BAS

Les stratégies de conservation de l'environnement au Nigeria sont longtemps venues du haut, c'est-à-dire du gouvernement, sans consultation entre les conservateurs, les planificateurs, les politiciens et les décideurs, ce qui a souvent conduit à des projets passant à côté des véritables besoins du peuple.

8.2. CHANGEMENTS FRÉQUENTS DE POLITIQUE

Les efforts entrepris dans le domaine de la conservation de l'environnement ont été très affectés par les changements fréquents de gouvernement. C'est en général la situation économique du pays qui provoque ces rotations de gouvernements et les changements de politique qui les accompagnent.

8.3. NÉCESSITÉ DE PLANIFICATION

Les arguments en faveur de l'approche participative dans le domaine du développement durable en général, et celui de la lutte contre la désertification en particulier, se fondent en grande partie sur les échecs des approches classiques venant d'en haut. Cela requiert la décentralisation, le transfert de l'autorité vers un niveau hiérarchique inférieur au sein du gouvernement ou de l'institution.

8.4. UTILISATION DE TECHNOLOGIES INAPPROPRIÉES

La réponse du gouvernement face aux sécheresses de 1972-74 et de 1983-85 et aux désastres écologiques et humains qui les accompagnent étaient d'ordre technologique. Cependant, les innovations écologiques en tant que réponse des hommes aux catastrophes environnementales ont exacerbé les méfaits de la désertification au Nigeria, plus qu'elles ne les ont diminués. De plus, la manipulation technologique de l'environnement sous forme de schémas d'irrigation inappropriés conduit souvent à de nouveaux désastres, comme la salinité, les maladies aquatiques et la recrudescence de mauvaises herbes. Les hommes et les animaux se trouvent soumis à de nouvelles maladies tandis que la construction de barrages en amont des rivières a entraîné la diminution des éléments nutritifs en aval.

8.5. MÉPRIS DES CONNAISSANCES TRADITIONNELLES

Un effet concomitant des technologies inadaptées est le mépris des connaissances des techniques traditionnelles. Cependant, il est avéré que les connaissances traditionnelles indigènes représentent le plus grand puits de connaissances non mobilisées à ce jour dans les entreprises de développement.

9. Voies d'avenir

9.1. APPROCHE PARTICIPATIVE DE LA BASE VERS LE HAUT

L'UNCCD envisage la désertification et la sécheresse comme des problèmes de développement et appelle donc à une approche intégrée pour lutter contre la désertification afin de limiter les effets de la sécheresse. Cette approche n'est pas seulement multisectorielle mais aussi multidisciplinaire et participative.

Le Nigeria a déjà adopté cette approche en adoptant :

- de meilleures décisions qui prennent en compte les conditions locales,
- une plus grande autonomie au niveau local à rendre le système plus adaptable,
- une gestion des ressources plus efficace,
- une participation locale efficace dans le processus de prise de décisions, ce qui comprend l'organisation et la gestion de l'utilisation des ressources.

9.2. DÉVELOPPEMENT ET MISE EN PLACE DU PLAN D'ACTION NATIONAL (PAN) POUR LUTTER CONTRE LA DÉSSERTIFICATION

Le PAN du Nigeria, en cours de publication, tente d'identifier, entre autres, les facteurs contribuant à la désertification et énumère les mesures pratiques nécessaires pour les combattre. Il définit aussi le rôle des gouvernements, des communautés locales et des agriculteurs.

9.3. HARMONISATION ET RATIONALISATION DES EFFORTS

Tous les départements et unités en rapport avec la lutte contre la désertification en général ont récemment été regroupés au sein du ministère fédéral de l'Environnement. De plus, le gouvernement a adopté des approches participatives et collaboratrices, du bas vers le haut, comme le préconise l'UNCCD, les conventions sur les changements climatiques et la biodiversité ainsi que d'autres conventions environnementales ratifiées par le Nigeria.

9.4. PROJETS PRIORITAIRES ET LEUR MISE EN PLACE

Afin de renforcer les efforts du gouvernement pour lutter contre la dégradation des terres, un bon nombre de projets prioritaires a été identifié. Les résultats de ces projets sont censés livrer les informations nécessaires aux plans d'avenir tandis que le pays s'astreint à mettre en place l'UNCCD et les autres conventions.

Voici quelques programmes prioritaires :

- estimation de l'étendue et de l'intensité de la sécheresse et de la désertification dans le pays ;
- éradication de la pauvreté ;
- mise en place de ceintures vertes, de parcelles boisées et de brise-vent dans les endroits affectés ;
- exploitation des sources d'énergies alternatives ;
- développement durable des terres agricoles ;
- reforestation et conservation de la biodiversité ;
- recherche et développement technologique adaptés ;
- éducation environnementale, information et sensibilisation du public ;
- programmes sous-régionaux de gestion transfrontalière des ressources naturelles, utilisation rationnelle des ressources en eau et développement du bétail et du marché.

Conclusion

Plus que jamais, le Nigeria est déterminé à prendre en main ses problèmes environnementaux, en particulier la dégradation des terres, les déchets domestiques et la perte de biodiversité. Ces nouvelles résolutions permettront au Nigeria de collaborer de manière efficace avec la communauté internationale, les agences des Nations Unies et les ONG afin d'atteindre le rêve du pays doté d'un environnement sain et d'un développement durable.

Bibliographie

Betterton, C. et N. M. Gadzama (1987). « Effects of Drought on Public Health. » Dans V. O. Sagua *et al.* (eds) *Ecological Disasters in Nigeria : Drought and Desertification*, Federal Ministry of Science and Technology, Lagos.

UNCCD (1997) *United Nations Convention to Combat Desertification in those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification*.

Cleaver, K. M. et A. G. Shreiber (1994). *Reversing the Spiral*, World Bank, Washington D.C.

FOS Annual Abstracts of Statistics : Facts and Figures about Nigeria, Federal Office of Statistics, Nigeria.

Gadzama, N. M. (1995). *Sustainable Development in the Arid Zone of Nigeria*. Monograph Series N° 1, Centre for Arid Zone Studies, University of Maiduguri, Nigeria. 32 pages.

Grainger, A. (1990). *The Threatening Desert*, IDED, Londres.

Grove, A. T. (1997). « Desertification in the African Environment. » Dans Dalby, D., Harrison Church, R. J. et Bezzeq, F. C. (eds), *Drought in Africa 2*, London Centre for African Studies.

Ita, E. O., Sado, E. K., Balogun, J. K., Padongari, A. et Ibitoye, B. (1985). *Inventory Survey of Nigerian Inland Waters and their Fishery Resources : A Preliminary Checklist of Inland Water Bodies in Nigeria with Special References To Ponds, Lakes, Reservoirs and Major Rivers*. Kanji Resources Institute, Kanji Lake, New Bussa. Technical Report series 14.

Kindler, J., Warshall, P., Arnould, E. J., Hutchinson, C. F., et Varady, R. G.. 1989 (rev. 1990). *Le Bassin Conventionnel du Lac Tchad: Une Etude Diagnostique de la Dégradation de l'Environnement*. Nations Unies, programme de l'environnement (UNEP). 241 pp.

Oladipo, E.O. (1993). *A comprehensive approach to drought and desertification in Northern Nigeria* (non publié).

Oygaard, R.; Vedeld, T. et Aune (1999). *Good Practices in Drylands Management*. Noragic Agricultural University of Norway, As, Norvege.

14 La dégradation des terres et leur réhabilitation dans les zones arides du Mali

Hamadoun Oumarou Dramé, agronome et ingénieur d'agriculture et du génie rural, Direction nationale de l'appui au monde rural (DNAMR), Bamako, Mali

1. Dégradation des terres

La dégradation des terres se manifeste en général par l'érosion. Elle est souvent due à la surexploitation (monoculture, courte jachère, surpâturage, etc.). L'érosion est l'arrachement, le transport et le dépôt des particules composant les sols et les roches de la surface terrestre, principalement sous l'effet de phénomènes physiques, mais aussi chimiques.

La sensibilité d'une parcelle à l'érosion dépend de plusieurs paramètres :

- l'intensité des agents climatiques auxquels elle est soumise (essentiellement la force des vents et la violence des pluies) ;
- l'absence de couverture végétale ou, au contraire, la nature des végétaux (ligneux ou herbacés) qui interceptent l'agent érosif ;
- le type de sol et son organisation de surface ;
- l'inclinaison et la longueur de pente parcourue par les eaux de ruissellement.

D'une manière générale, la zone soudano-sahélienne est très sensible à l'érosion :

- Le climat est caractérisé par un régime pluviométrique très irrégulier avec des pluies particulièrement intenses ;
- Les fronts d'orage sont précédés par des vents très violents qui peuvent durer quelques heures ;
- Les feux de brousse et la plupart des techniques culturales laissent le sol à nu pendant plusieurs mois ;
- Les sols en eux-mêmes sont à dominante sableuse (dans les zones de culture tout au moins) — donc peu cohérents, pauvres en matières organiques et en argile susceptibles d'augmenter cette cohérence ;
- Enfin, les agents climatiques de la zone soudano-sahélienne induisent la formation de croûtes de surface qui entravent très fortement la perméabilité du sol.

L'érosion n'est pas que hydrique, elle est aussi éolienne :

- L'harmattan, qui vient du nord-ouest en saison sèche, est sec, régulier et continue sur plusieurs jours. Il dessèche le sol et transporte du sable très fin ;
- Les fronts d'orage en saison des pluies viennent en général du sud-ouest.

Ces tempêtes sont de courte durée (quelques minutes à une heure), très violentes et irrégulières. Elles transportent de grandes quantités de sable avant que la pluie ne tombe. Tous ces phénomènes hydriques et éoliens concourent à dégrader le sol.

2. Réhabilitation des terres dans les zones arides

La réhabilitation des terres dans les zones arides passe par la lutte contre l'érosion et par l'amendement pour les rendre cultivables. La liste des techniques de lutte contre l'érosion qui existent de par le monde (et parfois depuis fort longtemps) est longue. En Afrique de l'ouest, leur mise en œuvre est récente et encore ponctuelle. Il y a donc beaucoup de recherches à mener et d'expériences à consolider afin de pouvoir faire face à toutes situations tant écologiques qu'humaines.

Les techniques ci-dessous décrites seront, dans toute la mesure du possible, complétées par des plantations agroforestières de manière à renforcer leurs effets.

2.1. LE PAILLAGE DES PARCELLES

Le paillage est obtenu par la couverture du sol avec des débris végétaux : résidus de cultures, pailles, tiges, branchages divers. L'objectif est d'empêcher la mobilisation et l'arrachement des particules terreuses.

Répandre ces matériaux végétaux que l'on couche sur le sol immédiatement après les récoltes, permet :

- de piéger les particules transportées par le vent,
- de limiter la force d'impact des gouttes de pluie,

- de créer un micro-climat au niveau du sol qui améliore la conservation de l'humidité et la structure en surface (il y aura plus d'infiltration et moins de ruissellement),
- de nourrir les termites qui incorporent dans le sol toute la matière organique digérée.

Le paillage est une technique qui est localement pratiquée avec des tiges de mil sur des terrains habituels de culture et avec des branchages sur des terrains de parcours pastoraux.

L'inconvénient majeur est la difficulté à travailler, à l'hivernage suivant, un sol plus ou moins encombré de débris végétaux.

Dans ce cas, les résidus du paillage seront regroupés, avant les semis agricoles, en longs tas disposés sur les courbes de niveau de manière à :

- dégager des surfaces propres et faciles à sarcler,
- maintenir des cordons de réserves en matière organique,
- garder un obstacle à l'érosion en nappe.

2.2. LES HAIES VIVES DOUBLÉES D'UNE BANDE HERBACÉE

L'objectif est de pouvoir piéger, sur la parcelle même, les particules terreuses qui ont été arrachées sur une faible distance. Les eaux de ruissellement sont ici déjà capables de former des filets d'eau. La haie vive constitue un obstacle à ce processus. Elle est doublée d'une ligne herbacée pérenne, disposée le long des courbes de niveau. La haie vive est réalisée avec une distance entre les plants de 0,25 à 1 mètre.

La bande d'arrêt est formée d'espèces dont le système racinaire est pérenne, fait de touffes, de manière à constituer un filtre au niveau du sol. Les espèces herbacées qui conviennent sont principalement *Andropogon gayanus*, *Panicum maximum*, déjà utilisées en limite de champs par les villageois.

2.3. LES FASCINES

Les fascines sont des obstacles à l'écoulement dans les rigoles et dans les racines. De dimensions inférieures à 1 m², elles sont confectionnées à partir de piquets et de branchages.

En travers de la ravine, on enchevêtre des branchages sur des piquets et on les presse les uns contre les autres. Une fascine comprend 2 à 4 rangées proches les unes des autres (1 à 2 mètres entre les rangées) entre lesquelles des branchages supplémentaires peuvent être disposés.

2.4. LES CORDONS DE PIERRE

Les cordons de pierre sont des alignements de pierres (de diamètre inférieur à 15 cm), placées les unes contre

les autres sur 2 à 4 rangs, disposés selon les courbes de niveau. Ils ont le même objectif de lutte anti-érosive que les haies vives doublées de bandes herbacées. L'érosion se manifeste ici par des nappes et des filets d'eau.

Ce sont des ouvrages filtrants qui laissent traverser l'excès d'eau afin d'éviter en amont des concentrations d'eau, d'une part, et de faciliter l'écoulement lent vers les champs en aval, d'autre part.

Ils ont une hauteur de 0,2 à 0,4 mètre, une largeur de 0,2 à 0,5 mètre et une densité moyenne de un cordon tous les 25 à 50 mètres, soit 200 à 400 mètres linéaires de cordon par hectare, sur des terrains de pente inférieure à 3 %.

Dans tous les cas, les extrémités des cordons de pierre se terminent par un épi légèrement remontant — de manière à bloquer l'eau qui voudrait contourner le cordon.

Les cordons de pierre peuvent résister aux eaux de ruissellement nu des pentes de 3 à 12 %, voire plus, à condition de les renforcer et de les rapprocher.

2.5. LES DIGUETTES EN TERRE

Les diguettes sont constituées de levées de terre, données quand il y a un peu d'argile et d'humidité, disposées selon les courbes de niveau. Le travail est réalisé manuellement avec des pelles, des bêches, des pioches et des « dames de fer » ou de bois.

Les diguettes ne sont pas des ouvrages filtrants ; elles retiennent toutes les eaux de ruissellement et toute la terre transportée. Aussi, une pluie trop forte risque de créer des dommages.

On retiendra les conditions suivantes pour leur réalisation :

- implantation sur des pentes très faibles : inférieures à 3 %, ou mieux, inférieures à 1 % ;
- prolongation des extrémités par des épis en pierre afin de faciliter le débordement du trop-plein d'eau et intégration de petits déversoirs en pierre quand la diguette est longue (1 mètre tous les 50 mètres, par exemple) ;
- renforcement du talus en amont par un pavage de pierres quand elles sont disponibles ;
- semis d'espèces herbacées pérennes sur le bourrelet ou sur le talus aval quand le talus amont a été damé.

Les diguettes font 0,3 à 0,4 mètre de haut et 0,4 à 1 mètre de large. L'espacement entre les diguettes est de 50 à 100 mètres maximum sur pente inférieure à 1 %. La longueur dépend des champs à restaurer (de 50 à 100 - 200 mètres).

La terre est prélevée soit en amont (diguette avec fossé amont), soit en aval (diguette avec fossé aval).

L'inconvénient principal des diguettes en terre est leur dégradation facile.

2.6. LES SEUILS EN PIERRES SÈCHES

Les seuils sont de petits barrages de moins de 2 mètres de haut. Toutefois, ceux qui sont constitués de pierres sèches ne sont ni cimentés ni bloqués par des gabions ; aussi, leur hauteur sera limitée à 1 mètre au maximum.

L'objectif des seuils est de stopper l'érosion des ravines (profondeur de 0,3 à 2 mètres) et de retomber celles-ci. Ils sont disposés en travers, ancrés par le fond et les côtés. Un atterrissement (dépôt de terre) se forme immédiatement à l'amont, dès les premières crues.

Selon l'état initial du terrain, la technique des seuils permet :

- d'effacer les petites ravines en un hivernage et de retrouver un terrain cultivable ;
- de combler petit à petit les grandes ravines par des ouvrages successifs.

Pour réaliser les seuils, une tranchée de 0,2 mètre de profondeur et 0,4 mètre de large est ouverte dans le fond et sur les côtés de la ravine. La tranchée et le seuil sont construits à partir d'un assemblage de pierres (15 à 30 cm de diamètre) en emboîtant les creux des unes dans les saillants des autres. Les espaces intercalaires sont bloqués avec de petits cailloux les uns contre les autres (utilisation d'un maillet, d'une pierre). À l'aval du seuil, un pavage prolonge celui-ci sur 2 à 3 mètres dans la ravine. Il permet l'amortissement des eaux de crues. Le déversoir est indispensable ; sinon, l'érosion reprend à la sortie du seuil et peut détruire ce dernier.

Pour l'implantation des seuils, trois règles sont à respecter :

- il est toujours préférable de construire plusieurs petits ouvrages successifs plutôt qu'un seul de grandes dimensions ;
- les travaux de correction débutent par l'amont de la ravine : l'objectif est d'abord d'arrêter la progression de la ravine vers l'amont ;
- le positionnement d'un seuil par rapport à l'autre est tel que la base du seuil en amont est à l'horizontale de la cuvette du seuil en aval.

2.7. LES DEMI-LUNES

Ces ouvrages sont destinés à être installés sur des glacis et des zones de plateaux décapées par l'érosion et à pente. Les terrains ainsi récupérés peuvent avoir plusieurs vocations : agricole, sylvicole ou pastorale, pour :

- obtenir une production de culture pluviale dans une région insuffisamment arrosée en augmentant la quantité d'eau de pluie reçue par la surface cultivée ;
- récupérer des terres à des fins pastorales (cultures fourragères) ou forestières (plantation d'arbres).

2.8. LE TASSA OU ZAI

Tassa et *zai* sont des termes locaux utilisés au Niger (*tassa*) et au Burkina Faso (*zai*) pour désigner des trous. Ces derniers sont faits en général sur glacis. Ils sont remis en culture une fois rebouchés.

Le *zai* est confectionné en saison sèche et entre dans le cadre des travaux de préparation champêtres. La dimension du trou permet de recueillir et d'emprisonner une quantité d'eau variable. Le travail peut être complété avec l'incorporation de matières organiques.

C'est une technique très simple issue de la tradition qui permet de protéger les jeunes plants des effets du vent et, du fait de l'humidification du sol en profondeur, qui permet aux jeunes semis de supporter une certaine sécheresse au cours de l'hivernage.

Mais la masse de travail très importante (plusieurs centaines d'heures par hectare) est parfois difficile à obtenir même si ces travaux se font avant l'installation de l'hivernage. C'est une action de mise en valeur assez lourde.

L'utilisation de la pioche est vivement recommandée.

15

Communication sur la forêt du Day

Youssef Daher Robleh, chef de la Section d'études et de suivi des projets, Service de l'agriculture et des forêts, République de Djibouti

1. La république de Djibouti

1.1. MILIEU PHYSIQUE

La république de Djibouti est située sur une longitude de 40–43°Est et une latitude de 11–12°40' Nord. Sa superficie est de 23 000 km², et la température moyenne est de 29,7°C.

Les données physiques sont les suivantes :

- pluviométrie - hydrographie : 100 à 200 mm suivant les zones écologiques (zone limite des influences du climat des moussons à l'est et du climat de pluie d'été à l'ouest) ;
- précipitations irrégulières et absence de cours d'eau pérennes. Le pays est parcouru par un réseau hydrographique dense d'oueds coulant de deux à huit fois par an selon les régions et les années ;
- hygrométrie : 70 % (particulièrement dans les zones côtières) et faible dans l'intérieur ;
- évapotranspiration (ETP) : intense (de l'ordre de 2 800 mm/an) ;
- sols : relief montagneux constitué de roches volcaniques avec quelques fosses d'effondrement à remplissage d'alluvions et colluvions quaternaires, les seules pouvant présenter des aptitudes agricoles.

1.2. PARAMÈTRES SOCIO-ÉCONOMIQUES

La population compte 65 000 habitants (selon le recensement de 1993) et le taux d'accroissement de la démographie est de 3 % (52 % étant des jeunes de moins de 20 ans).

L'économie est dominée par le secteur tertiaire (72 % du PIB) ; les secteurs primaire (3 %) et secondaire (25 %) restent embryonnaires. Les sous-secteurs de l'agriculture et de la pêche sont peu développés en raison notamment des conditions agro-climatiques peu favorables (pour le premier) et de l'absence de tradition agricole en général, la population étant d'origine pastorale nomade. Aussi, le pays importe la quasi-totalité de ses besoins alimentaires. Sauf en ce qui concerne la viande

et les produits de la pêche (actuellement peu développée mais très prometteuse), la dépendance alimentaire est grande, surtout en ce qui concerne les fruits, les légumes, les céréales, etc. (la production nationale couvrant à peine 8 % des besoins est étalée sur à peine 6 à 7 mois de l'année).

2. La Forêt du Day

Le territoire de la république de Djibouti est particulièrement exposé au phénomène de la désertification en raison de ses conditions physico-climatiques sévères lui donnant un faciès écologique fragile. Les formations forestières sont en dégradation avancée. Elles sont principalement localisées dans le nord (monts Goda et Mabla).

Les deux types de forêt existants sont :

- la forêt dense sèche de conifère *Juniperus procera* du massif du Goda (la forêt du Day couvrant l'étage supérieur du massif, entre 1 000 et 1 783 mètres sur une superficie actuelle de 900 hectares environ) ;
- la forêt dense sèche de feuillus des massifs du Goda et du Mabla à *Terminalia brownii* occupant les étages inférieurs couvrant une superficie d'environ 2 000 hectares. Ces deux forêts sont moins denses que celle du Day et certains de leur faciès présentent des physiologies de steppes arborées denses.

2.1. COMPOSITION FLORISTIQUE

Grâce à une température moins élevée due à son altitude (plus de 1 700 m) et des précipitations relativement plus abondantes, tant réelles qu'ocultes (brouillard, rosée), se sont développées des formations forestières réunissant des plantes d'affinités méditerranéennes et éthiopiennes. Selon une étude de la distribution floristique de la forêt, faite par Audru et al. (1987), le *Juniperus procera* occupe la strate supérieure, la strate arborée basse est essentiellement dominée par *Buxus*

hildebrandtii, suivi de *Olea africana* ainsi qu'une présence éphémère de *Monotheca buxifolia* et *Clusia abyssinica*. La strate herbacée, pratiquement continue en saison de pluie, renferme de nombreuses espèces dont certaines sont annuelles. Le facteur édaphique joue un rôle important privilégiant la prolifération des dominantes. Selon cette étude, une forte dominante de *Bidens schimperii* est observée dans les clairières ainsi que dans les zones dégradées de *Juniperus procera*.

2.2. ÉVOLUTION DE LA FORÊT

La forêt du Day est en constante régression. Elle constitue cependant un vestige des temps anciens où le climat était plus clément (pluviométrie plus abondante). Selon Blot (1987), elle occupait il y a deux siècles à peu près 7 500 hectares et 2 300 hectares en 1949. Cette régression a pu être mise en évidence grâce à l'existence de vestiges de *Juniperus* isolés et éparpillés sur l'ensemble des monts Goda et Mabla et principalement dans deux sites, Mitrida Alomay.

La forêt à *Juniperus procera* est une formation climatique en ce sens que sa structure est étroitement tributaire des facteurs climatiques et de la nature du sol. Actuellement, cette formation est en forte régression par suite de la mortalité élevée des genévriers qui ne se régénèrent plus. Cela est dû aux effets combinés des coupes exercées, du surpâturage et d'un champignon, *Armillaria sp.* Ainsi que des changements climatiques défavorables.

2.3. INTÉRÊT PASTORAL DES PEUPELEMENTS

JUNIPERUS PROCERA

Bien que l'espèce ne soit pas fourragère, elle joue cependant un rôle primordial d'un point de vue bioclimatique. C'est en effet la seule espèce capable de capter les nuages de contact, produisant ainsi des précipitations occultes qui favorisent le développement d'une végétation herbacée très propice au pâturage. Pendant le reste de l'année (où il ne pleut pas pendant plus de six mois), les plantes vivaces et les ligneux, dont certains sont utilisés par les éleveurs, fournissent un apport non négligeable. Outre les facteurs climatiques et anthropiques, le surpâturage en forêt en période de sécheresse prolongée semble être responsable des modifications sérieuses de la composition floristique herbacée (en atteste la régression des graminées au profit de *Bidens schimperii*).

Une démonstration de la gravité de la situation affectant les arbres adultes *Juniperus procera* et *Olea africana* a pu être faite en octobre 1988, de l'examen de deux quadrats de végétation d'une superficie de 0,25 hectare (50 m x 50 m) situés à deux endroits différents du plateau d'Adonta, à 1 300 mètres d'altitude. Le même suivi a été effectué sur un autre quadrat localisé dans le plateau de Dawdawya, à 1 200 mètres d'altitude. Sur les trois surfaces examinées, les constatations suivantes ont été faites :

- 56 % des genévriers et 13 % de l'*Olea* étaient morts ;
- la dégradation des arbres se chiffrait à 36 % et 68 % respectivement pour *Juniperus* et les *Olea*, avec des signes de dépérissement se caractérisant par un grand nombre de branches mortes. Seulement 8 % de *Juniperus* et 19 % de l'espèce *Olea* présentaient un état de santé jugé satisfaisant (la plupart étant des jeunes semis ou des arbres jeune ne dépassant pas 2 mètres) ;
- dans le premier quadrat, il a été constaté que 38 de *Juniperus* et 5 d'*Olea* (parmi lesquels 88 % dépassaient 2 mètres de hauteur et 46 % sont des arbres morts) cohabitaient avec 59 d'*Acacia etbaica* et 23 d'*Acacia seyal* dont 100 % étaient en bonne santé, bien que 73 % d'entre eux ne dépassaient pas 2 mètres.

Cette dégradation suggère une transition écologique ultra-rapide (Baragoïta Saïd, 1999).

2.4. CAUSES ANTHROPIQUES DE LA DÉGRADATION

La régression que connaît la forêt du Day depuis un quart de siècle peut être imputée à plusieurs facteurs dont les plus importants sont les conditions climatiques et l'action de l'homme. En effet, par l'abondance relative de ressources végétales (par rapport aux zones environnantes), la forêt a de tous temps constitué un refuge pour les pasteurs de la zone. Cette utilisation des pasteurs pour leurs besoins domestiques était réglementée par un code coutumier. Aujourd'hui, celle-ci est en désuétude en raison des fortes pressions démographiques humaines et animales. Par exemple, une loi interdisait aux petits ruminants de pâturer la forêt et réservait celle-ci aux seuls bovins. Aujourd'hui, les chèvres saccagent la végétation, empêchant toute régénération.

Comme dans les autres pays en voie de développement, le pâturage en forêt est une pratique très fréquente, encouragée par les périodes de sécheresse chroniques. Les pasteurs nomades emmènent leurs troupeaux dans les sous-bois et, parfois, n'hésitent pas à abattre des arbres. En ce qui concerne le bois, il semble que des arbres verts soient coupés pour des fins commerciales (ce qui était interdit par le code coutumier), notamment pour la construction d'habitats à destination des centres touristiques. Étant donné le faible taux de croissance des genévriers dont la longévité peut atteindre 1 000 ans, il est rare de trouver des arbres de plus de 2 mètres et la majorité sont déjà morts ou quasi-morts. Ces changements d'attitude des populations portent préjudice à toute action de régénération de la forêt et il semble que l'avenir des genévriers et *Olea* à Djibouti soient menacés de disparition. La forêt est ainsi condamnée à disparaître si les animaux des pasteurs continuent à pâturer au détriment des jeunes pousses,

paralysant ainsi la reconstitution de la couverture végétale. Les arbres, déjà affaiblis par les conditions climatiques défavorables, subissent par ailleurs des attaques parasitaires.

2.5. MESURES DE PROTECTION PRÉCONISÉES

La forêt du Day a fait l'objet de recherches pendant sept ans (1980–1987) sous la supervision de l'ISERST (l'Institut supérieur d'études et de recherches scientifiques et techniques de Djibouti). Ces études ont permis une meilleure connaissance du fonctionnement de la dynamique et de l'évolution régressive de la forêt. Cependant, il faudrait réactualiser les données relatives à cet écosystème qui évolue rapidement d'une manière négative.

Un projet de restauration et d'aménagement intégré de la forêt a été élaboré par l'ISERST et le ministère de l'Agriculture en 1989–90 (de Framond). Malheureusement, le départ de la phase préliminaire (actions pilotes de travaux CES, création d'activités génératrices de revenus pour la population du site telles l'artisanat pour le tourisme, l'apiculture, etc.) a été interrompu par le conflit armé qui a éclaté dans le nord du pays (1992–1994).

Recommandations

Il serait souhaitable de consulter et de faire participer la population du site à toutes les actions de protection, car c'est en satisfaisant aux besoins de base que l'on peut sauver ce qui reste encore de cette forêt, unique en son genre. C'est en créant des activités génératrices de revenus autres que celles détruisant le milieu que l'on peut obtenir l'adhésion totale de la population dont la survie est tributaire de cette formation boisée. A titre d'exemple, on peut initier les éleveurs à l'agriculture (ce qui permettrait l'association agriculture - élevage par la mise en culture, entre autres, de fourrage pour le bétail), à l'élevage des poules pondeuses ou encore à l'apiculture moderne (la région est réputée pour son miel traditionnel). Cela serait possible en mobilisant les eaux de surface, car le facteur limitant est l'eau.

On pourrait également miser sur la régénération naturelle pour assurer le renouvellement de la forêt car toute introduction de matériel végétal étranger est préjudiciable à la valorisation du patrimoine génétique local (de Framond, 1990).

Il serait également nécessaire de limiter les actions anthropiques au moment où les genévriers développent les graines et de discipliner l'accès des caprins aux surfaces boisées en instaurant des mises en défens temporaires. L'aménagement de réserves de pâturage pendant trois à six mois de l'année permettrait à la flore de se régénérer et freinerait la dégradation.

De même, il faudrait permettre aux pasteurs nomades d'acquérir des notions d'exploitation rationnelle de

la forêt, notamment en les initiant aux coupes avec protection de régénération.

Enfin, la forêt doit être respectée pour les services qu'elle rend à la communauté ; pour ce faire, il faudrait fournir aux pasteurs de la nourriture pour les animaux, du bois de cuisine et des matériaux de construction des huttes. C'est aussi une réserve de la biodiversité nationale, voire mondiale – la région du Day abrite de nombreux espèces d'oiseaux dont le célèbre francolin du Day, unique au monde (*Francolinus ochropeduis*) ainsi que d'autres espèces d'animaux. Cette espèce endémique est d'ailleurs menacée de disparition et figure sur la liste rouge (Union mondiale pour la nature, UICN, 1996). Par ailleurs, la région des monts Goda abrite de nombreuses espèces florales endémiques dont le palmier géant, le *Livistonia cariensis*, menacé de disparition.

Session III : repères et indicateurs de la désertification dans le cadre de la UNCCD

16 Discours-programme : Suivi-évaluation et indicateurs d'impact des programmes d'action de lutte contre la désertification : expérience de l'OSS

Youssef Brahimi, Conseiller OSS (Observatoire du Sahara et du Sahel)

Introduction

Parmi les grandes leçons tirées des expériences passées en matière de lutte contre la désertification, il en est une qui a trait au suivi-évaluation d'impact des actions entreprises. On a relevé que l'une des raisons explicatives de l'échec de certains programmes était l'absence de suivi-évaluation. L'évaluation post-projet ou post-programme s'avérait souvent trop tardive pour permettre toute mesure corrective. Cela était d'autant plus évident lorsque les projets étaient menés en l'absence de participation des bénéficiaires de l'action, les populations locales. L'absence de mécanismes de suivi-évaluation permanent et participatif des programmes mis en œuvre empêche une valorisation des expériences acquises au détriment de la performance et de la pertinence des activités. C'est pourquoi la CCD a intégré cette question comme partie prenante de tout programme de lutte contre la désertification, en lui accordant autant d'importance qu'aux actions de terrain proprement dites. L'OSS, dont la mission principale est de contribuer à la maîtrise, par les pays africains, de l'information utile en matière de lutte contre la désertification, s'est totalement inscrit dans la démarche prônée par la CCD et a investi, avec ses partenaires africains et internationaux, ce volet important du renforcement des capacités nationales de lutte contre la désertification.

1. Contraintes du suivi-évaluation

Les pays africains sont confrontés à de nombreux obstacles face à la mise en place d'un système national de suivi-évaluation d'impact qui puisse constituer un véritable outil d'aide à la décision.

1.1. UNE CONNAISSANCE INSUFFISANTE DES OUTILS ET PRODUITS EXISTANTS

La plupart des systèmes de suivi-évaluation, Systèmes d'information géographique (SIG) ou Systèmes d'information environnementale (SIE), sont mis en place dans

le cadre de projets de développement et ne répondent ainsi qu'aux besoins de ces projets. Les méthodologies d'approche du suivi-évaluation sont très souvent différentes selon les projets, ce qui hypothèque gravement la possibilité d'échange d'informations et de données, tant au niveau national qu'au niveau régional.

1.2. UN CLOISONNEMENT TRÈS FORT ENTRE LES DIFFÉRENTS PRODUCTEURS D'INFORMATION

La lutte contre la désertification, depuis de nombreuses années, fait l'objet d'importants efforts tant au niveau de la recherche scientifique et technique qu'à celui de la réalisation de projets appropriés sur le terrain. Toutefois, le cloisonnement entre les différents intervenants rend les données et les informations difficilement accessibles aux utilisateurs des différents niveaux et, de ce fait, insuffisamment utilisables dans les processus de prise de décisions liés à la lutte contre la désertification et le suivi de l'environnement. La perte du capital informationnel est un facteur de redondance, de perte de temps et de gaspillage de ressources.

1.3. UNE ABSENCE DE CONCERTATION ENTRE PRODUCTEURS ET UTILISATEURS DE DONNÉES

Les mécanismes de concertation entre producteurs et utilisateurs de données restent souvent très embryonnaires, voire inexistantes. La CCD a d'ailleurs pris en compte cette situation, dommageable pour la gestion durable des ressources naturelles, en demandant à chaque pays de mettre en place ou de désigner un Organe national de coordination (ONC) « pour jouer le rôle de catalyseur dans l'élaboration, la mise en œuvre et l'évaluation de son programme d'action national » (article 9 de l'annexe « Afrique » de la CCD). La multiplicité des acteurs impliqués dans le processus de lutte contre la désertification ainsi que la déficience en matière de participation aggravent la situation. La difficulté d'instaurer un dialogue permanent entre les différents acteurs impliqués dans le processus renvoie

le plus souvent à la déficience de l'approche participative et à la faible capacité de négociation des organisations à la base (capacité à exprimer et à faire reconnaître leurs besoins).

La multiplicité d'acteurs, du niveau local au niveau national, sans exclure les partenaires au développement, rend encore plus indispensable l'instauration d'un dialogue pour la recherche d'objectifs consensuels.

1.4. LA FAIBLESSE DU POTENTIEL SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

La mise en place de dispositifs nationaux de suivi-évaluation d'impact nécessite la conjugaison de ressources humaines et matérielles qui dépassent souvent les possibilités de la plupart des pays africains. En effet, les programmes d'action de lutte contre la désertification sont entendus avant tout comme des programmes de développement local dans les zones affectées par la sécheresse et la désertification.

À ce titre, ils se caractérisent notamment par une diversité d'actions qui ne se réduisent pas uniquement aux actions de préservation des ressources naturelles. Ces actions doivent dorénavant concerner tous les facteurs qui contribuent à la fois à la gestion durable des ressources naturelles et à l'atténuation de la pauvreté dans les régions concernées.

Leur suivi-évaluation pose le problème des compétences et des capacités scientifiques et techniques en matière de recueil, de traitement et de diffusion de l'information. Mais la question se pose également pour les scientifiques chargés de l'observation et du suivi-évaluation : la recherche d'une vision cohérente entre les acteurs locaux et les scientifiques est importante pour le cadre de référence du suivi-évaluation d'impact.

Il reste un grand effort conceptuel à faire pour aboutir à un cadre général de référence harmonisé et validé. En effet, les PAN s'inscrivent dans un cadre national beaucoup plus vaste, intégrant notamment les autres conventions environnementales (Changements climatiques, Diversité Biologique) et les activités liées au développement durable. Ces différents cadres entretiennent des relations étroites entre eux, particulièrement en ce qui concerne leurs champs respectifs d'action, qui se recoupent souvent. Les PAN, dans la réflexion sur l'identification des indicateurs d'impact, devront nécessairement prendre en compte les différents indicateurs qui ont pu être développés par ailleurs dans ce contexte.

C'est la raison pour laquelle le suivi-évaluation d'impact des actions de lutte contre la désertification et les effets de la sécheresse et les indicateurs qui en découlent constituent une priorité du point de vue de la CCD. Cette exigence était en fait déjà inscrite dans l'Action 21 et se retrouve également dans les différentes conventions environnementales issues du sommet de Rio.

2. Démarche adoptée pour la mise en place de systèmes de suivi-évaluation

L'OSS et le CILSS (le Comité permanent Inter-états pour la lutte contre la sécheresse dans le Sahel) mènent depuis 1998 un projet régional qui associe cinq pays d'Afrique du Nord et de l'Ouest dans la mise en place de systèmes nationaux de suivi-évaluation des programmes d'action. La démarche suivante a été retenue, tirant profit des travaux menés antérieurement par le CILSS et l'OSS, notamment au sein des groupes ad-hoc du Comité de la Science et de la Technologie CST/CCD.

2.1. CHOIX DES GROUPES CIBLES

Au niveau national de ces pays, les groupes cibles principaux sont les Organes nationaux de coordination (ONC). La pertinence du choix des ONC repose sur leur composition et sur leurs fonctions stratégiques dans la conduite du processus de mise en œuvre du PAN.

Outre sa fonction de coordination-concertation (article 9, §a, de l'annexe « Afrique » de la CCD), l'ONC est directement concerné par le suivi-évaluation. En effet, l'ONC « établit des critères pertinents, quantifiables et facilement vérifiables, pour assurer l'analyse et l'évaluation des programmes d'action nationaux, comprenant des mesures à court, moyen et long termes, et de leur mise en œuvre; et élabore des rapports circonstanciés sur l'état d'avancement des programmes d'action nationaux » (article 9, §D et §E de l'annexe « Afrique » de la CCD).

C'est pourquoi l'ONC doit regrouper en son sein les différentes catégories d'acteurs impliqués dans le processus tels que les administrations centrales sectorielles, les institutions scientifiques et techniques, les représentants de la société civile dont les ONG, voire des représentants de projets de développement.

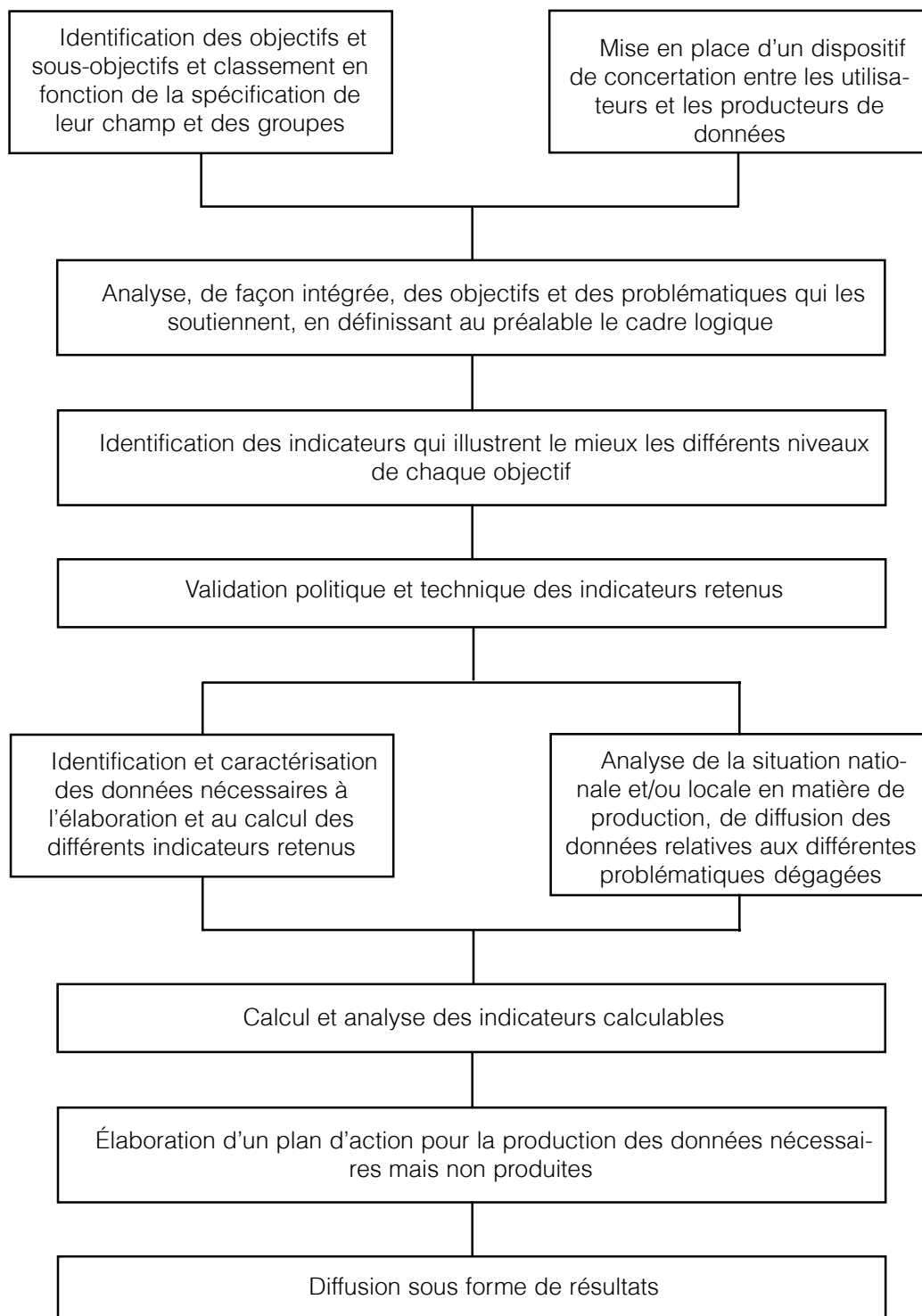
2.2. OBJECTIFS

L'objectif général du projet est d'aider les pays partenaires à mettre en place un système opérationnel de suivi-évaluation d'impact des programmes d'action de lutte contre la désertification, instruments de la mise en œuvre de la convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification aux niveaux national et régional.

Le projet sera porté par les principes de synergie et de cohérence entre les niveaux nationaux et régionaux. Il vise à :

- assurer un lien avec le long terme ;
- promouvoir l'utilisation de l'évaluation d'impact environnemental, grâce aux produits issus des systèmes nationaux de suivi-évaluation qui seront mis en place ;

Figure 1 : Étapes pour l'élaboration et la diffusion des indicateurs d'impact



- construire des partenariats entre pays et aux niveaux régional et international ;
- établir des indicateurs d'impact en cohérence avec les indicateurs du développement durable ;
- mettre en place un réseau permanent d'échange d'expériences et d'informations entre pays et partenaires, et capitaliser les expériences en la matière ;
- contribuer à l'établissement à terme d'un tableau de bord sous-régional de la lutte contre la désertification.

2.3. PRINCIPES D'ACTION

La démarche globale arrêtée pour le projet est une démarche progressive, itérative et participative qui tient compte des capacités nationales dans le domaine, et qui vise à les renforcer dans le sens d'une maîtrise totale du processus national de suivi-évaluation d'impact des actions de lutte contre la désertification.

La mise en œuvre du projet repose sur les principes de base suivants, qui guideront l'ensemble des partenaires.

La responsabilité première du processus national de suivi-évaluation repose sur les acteurs nationaux, au

premier rang duquel l'ONC. L'OSS et les autres partenaires extérieurs qui soutiennent le projet jouent un rôle d'appui scientifique et technique, de lieu d'échange d'expériences, de formation et d'appui au renforcement des capacités nationales. Ce rôle de subsidiarité s'accompagnera d'une démarche itérative et progressive d'appropriation des outils de recueil, traitement et diffusion de l'information par les acteurs nationaux :

- mettre en place un mécanisme fonctionnel de concertation permanente ;
- adapter le projet aux situations spécifiques des pays ;
- s'appuyer sur les systèmes existantes.

Les étapes de la démarche méthodologique se déclinent comme suit :

- développer une concertation avec les producteurs et utilisateurs de l'information ;
- analyser et étudier ce qui peut être utile pour le suivi de la désertification et des effets de la lutte contre la désertification, dans le cadre des PAN ;

Tableau 1 : Indicateurs communs de base retenus

OBJECTIF	INDICATEUR DE BASE RETENUS
Élimination de la pauvreté	% de population vivant en dessous du seuil de pauvreté Rapport revenus féminins /revenus masculins Exode rural État nutritionnel des enfants de -5 ans
Gestion des ressources naturelles	Occupation des sols Vulnérabilité des sols Pluviométrie (dans le temps et l'espace) Évapotranspiration Répartition géographique des ressources en eau mobilisées (quantité et qualité) Indice d'exploitation des ressources en eau exploitables Évolution du couvert végétal Évolution de la biomasse végétale Ressources agricoles Biodiversité animale

Voir OSS, CILSS, UNESCO : *Compte-rendu et communications de l'atelier sur les indicateurs d'impact de la CCD, Paris, 29 juin - 2 juillet 1999 ;*
<http://www.unesco.org/oss/public/pubccdf.htm>

- identifier, élaborer et/ou choisir les indicateurs selon les domaines, les niveaux, les acteurs clés prioritaires ;
- tester les indicateurs retenus, les produits élaborés et les voies de diffusion ;
- voir comment présenter les produits par acteur clé ;
- développer la coopération entre partenaires du projet pour accélérer et appuyer l'harmonisation du processus ;
- tirer les leçons pour une extension de la démarche aux autres pays de la région.

Le schéma *Figure 1*, page 86, présente l'application de la démarche à la production des indicateurs d'impact.

2.4. ORGANISATION SOUS FORME DE RÉSEAUX AUTOUR DES SYSTÈMES DE CIRCULATION DE L'INFORMATION SUR LA DÉSERTIFICATION ET L'ENVIRONNEMENT

L'organisation fonctionnelle des activités au sein du projet sera établie sous la forme d'un réseau « indicateurs d'impact ». Un réseau « indicateurs d'impact » sera créé dans chacun des deux pays sous la responsabilité

de l'ONC. Il comprendra les principales catégories d'acteurs impliqués dans le processus de production et d'utilisation des indicateurs : administrations sectorielles, institutions scientifiques, projets de développement, ONG, etc. La composition exacte du réseau national sera définie au démarrage du projet, après l'atelier de lancement.

3. Indicateurs retenus

Deux grands ensembles complémentaires d'indicateurs ont été déterminés.

3.1. LES INDICATEURS DE BASE

Il s'agit d'un ensemble minimum d'indicateurs de base communs à tous les pays partenaires et qui constituent de leur point de vue la base informationnelle minimum indispensable pour rendre compte de l'évolution de la lutte contre la désertification. Ils devraient aider à harmoniser les outils de suivi de la lutte contre la désertification et permettre de comparer entre pays les évolutions des programmes d'action. La matrice d'indicateurs de base présentée dans le tableau ci-dessous

Tableau 2 : *les indicateurs spécifiques du PAN/LCD du Sénégal*

OBJECTIF STRATEGIQUE DU PAN/LCD		INDICATEUR D'IMPACT RETENU
OS1	Lutte contre la dégradation des sols	Taux de superficie récupérée par rapport à la superficie dégradée = $\frac{\text{Superficie récupérée}}{\text{Superficie dégradée}}$
		Productivité des sols
OS2	Régénération des formations naturelles dégradées	Taux de régénération
		Augmentation de la diversité biologique
OS3	Amélioration de la sécurité alimentaire et contribution à la satisfaction des besoins en énergie domestique	Taux de couverture des besoins alimentaires = $\frac{\text{Production}}{\text{Besoins alimentaires et énergétiques}}$
		Importance et accessibilité aux différentes sources d'énergie
OS4	Amélioration de l'accès à l'eau	Augmentation du taux de couverture des besoins
		% de la population ayant accès à l'eau potable
OS5	Lutte contre les feux de brousse	Nombre de cas (fréquence)
		Superficie brûlée

a été élaborée par rapport aux deux objectifs fondamentaux de la CCD : l'élimination de la pauvreté et la gestion durable des ressources naturelles (voir *Tableau 1*).

3.2. LES INDICATEURS D'IMPACT SPÉCIFIQUES AUX PAN

Les indicateurs d'impact spécifiques à chaque processus PAN sont directement déduits des objectifs et des priorités propres affichés par chacun des pays concernés (Maroc, Tunisie, Sénégal, Niger, Burkina Faso).

Nous présentons à titre d'exemple les indicateurs spécifiques du PAN/LCD du Sénégal (*Tableau 2*).

Tous les pays ont déjà procédé à l'identification de leurs indicateurs d'impact spécifiques et sont engagés dans les étapes d'inventaire des données existantes et de calculabilité de certains indicateurs retenus.

4. Etapes futures du projet

Toutes les leçons seront tirées de cette première étape par l'OSS, le CILSS et leurs partenaires afin de renforcer les efforts déjà entrepris. La prochaine étape sera portée par les principaux axes de travail suivants :

- mise en place des équipes scientifiques et des noyaux durs « suivi-évaluation » au niveau des ONC, ou en collaboration étroite avec eux ;
- renforcement du volet scientifique du projet, notamment par l'approfondissement des méthodes de calcul des indicateurs retenus et des standards de production et de traitement des données nécessaires ;
- renforcement des capacités nationales en matière de recueil, traitement et diffusion de l'information, notamment par le biais de modules de formation ciblée ;
- évaluation du coût de production des données inexistantes ;
- renforcement du réseau international de soutien aux équipes nationales, autour de l'OSS, du CILSS et de l'UMA (l'Union du Maghreb Arabe).

Les résultats atteints au cours de la réalisation du projet sont disponibles sur le site de l'OSS : <http://www.unesco.org/oss>

17

État des connaissances des aquifères des grands bassins sédimentaires au sud du Sahara : approche stratégique

Bassirou Diagana, hydrogéologue, expert en ressources en eau et en environnement

Introduction

L'espace couvert par les aquifères des grands bassins sédimentaires au sud du Sahara correspond aux pays sahélo-sahariens limitrophes du Sahara. Cet espace couvre à lui seul plus de 5 millions de km² qui se répartissent d'ouest en est sur le Sénégal, la Mauritanie, le Mali, le Niger et le Tchad. La Guinée Bissau et la Gambie, bien qu'étant situés plus au sud et ayant un climat guinéen, constituent une zone privilégiée et favorable à la réalimentation sénégal-mauritanienne du bassin aquifère.

Les bassins aquifères du Sénégal, de Taoudénit, des Uillemenden et du Tchad correspondent aux bassins hydrographiques des grands cours d'eau de l'Afrique de l'Ouest et du Centre (Sénégal, Niger, Chari et Logone). Les grands aménagements opérés sur les cours d'eau drainant ces bassins ont des incidences sur les aquifères, qu'il faudra cerner par des études appropriées.

Bien qu'il n'y ait pas encore d'enjeu sur l'exploitation des réserves des eaux souterraines de ces aquifères, l'étude pour une meilleure connaissance de leur comportement doit être désormais une priorité pour les États. Contrairement aux pays du nord du Sahara, les aquifères au sud sont relativement peu exploités.

Actuellement, l'état des connaissances est basé sur les synthèses de nombreux programmes d'hydraulique villageoise réalisés dans le cadre de la Décennie internationale de l'eau potable et l'assainissement (DIEPA : 1981–1989). Ces programmes, bien que mis en œuvre pour l'AEP des villages ayant subi les effets néfastes de la sécheresse, constituent une source importante de renseignements pour entreprendre une étude approfondie des aquifères. Des études spécifiques de recherche étant coûteuses et ne constituant pas une priorité des États par rapport à l'équipement des villages en points d'eau, elles sont peu développées.

Malgré tout, les caractères généraux des aquifères des grands bassins sédimentaires sont déjà connus. En 1976, l'aire soudano-sahélienne, qui correspond géographiquement et climatologiquement à l'espace du sud Sahara, a fait l'objet d'études de la part du Comité

interafricain d'études hydrauliques (CIEH). Depuis lors, suivant l'importance accordée à l'exploitation de ces ressources, certains pays ont mené des études ponctuelles, mais indispensables pour la régionalisation de la connaissance des bassins.

La stratégie mise en œuvre pour une meilleure connaissance de ces aquifères est déjà amorcée par l'OSS. La tenue d'ateliers régionaux, initiés depuis près d'une décennie, des pays concernés et des partenaires scientifiques constitue un cadre efficace de cette coopération de la conception OSS sur la « Conscience bassin ».

La présente communication est relative à l'étude sur l'état des connaissances des ressources en eau souterraines dans les pays au sud du Sahara. Cette étude a été réalisée pour le compte de l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS) en 1997. Le programme d'étude des aquifères profonds au sud du Sahara a été initié en 1992 par l'OSS en partenariat avec le CIEH, qui a réalisé le premier bilan-analyse des connaissances et a fait l'objet d'une publication en 1994. Elle est déjà présentée à l'atelier sur une meilleure connaissance des aquifères des grands bassins sédimentaires qui s'est tenu à Niamey en 1996.

L'objectif final recherché par cette étude est, autour de ce que l'on a appelé « Conscience de bassin », de créer un cadre de concertation pour un partage des ressources communes et la nécessité d'agir ensemble pour leur exploitation. Cette « Conscience de bassin », doit, pour chaque bassin, s'organiser par un échange d'informations et de données.

1. Cadre géographique

1.1. IDENTIFICATION DES AQUIFÈRES PROFONDS AU SUD DU SAHARA

Les aquifères des bassins sédimentaires au sud du Sahara concernent, d'ouest en est : la Mauritanie, le Sénégal, le Mali, le Niger et le Tchad (voir *Tableau 1*). Leur extension couvre d'autres pays, peu influencés par les

effets néfastes des grandes sécheresses que le Sahel a connu au cours des années 70, tel que la Guinée Bissau. Tous transfrontaliers, les aquifères de ces bassins s'identifient plutôt aux pays dont ils ont emprunté le nom.

1.2. EXTENSION DES BASSINS

Tous les bassins aquifères concernés par cette entité au sud du Sahara sont transfrontaliers. Ce caractère impose un effort conjugué des uns et des autres en vue d'entreprendre des actions communes pour leur meilleure connaissance.

2. Etat des connaissances des ressources en eau

2.1. EAUX DE SURFACE

Malgré la situation géographique et le caractère du climat, les grands cours d'eau de l'Afrique de l'Ouest qui prennent leur source presque entièrement dans les monts du Foutajallon en Guinée, jouent un rôle capital dans le cycle hydraulique des pays concernés.

Les bassins versants hydrologiques pouvant avoir un apport avec les aquifères des grands bassins sédimentaires du sud du Sahara sont présentés ci-dessous (*Tableau 2*)

Au regard de leur régime et des zones traversées, les cours d'eau de ces bassins constituent les sources essentielles de recharge des régions qu'ils arrosent.

2.2. EAUX SOUTERRAINES

Bien qu'elles ne constituent pas encore un enjeu entre les États partageant un même bassin aquifère, les eaux souterraines constituent les ressources essentielles de toute la partie septentrionale des pays concernés. Seules sources alternatives de cette zone, elles ont été sollicitées à grande échelle à partir des années 70 dans le cadre de la DIEPA. Depuis lors, de nombreux programmes de captage, tant au niveau de l'État qu'au niveau des particuliers, sont mis en œuvre, dans le seul but de l'approvisionnement en eau des populations et du cheptel.

En l'état des connaissances actuelles, les caractéristiques des aquifères des différents bassins sédimentaires sont résumés dans les tableaux suivants.

Tableau 1 : Bassins aquifères au sud du Sahara

Nom du bassin	Pays concernés	Superficie du bassin en km ²
Sénégal-mauritanien	Mauritanie, Sénégal, Gambie, Guinée Bissau	240 000
Toudéni	Mauritanie, Mali, Algérie	500 000
Iullemeden	Mali, Niger, Algérie, Nigeria	200 000
Tchad	Tchad, Niger, Nigeria, Cameroun	350 000
Total		1 290 000

Tableau 2 : Les bassins versants hydrologiques au sud du Sahara

Bassin versant	Superficie du bassin versant	Pays concernés
Sénégal Gambie	34 000 km ²	Guinée, Mali, Sénégal, Mauritanie
Niger	80 000 km ²	Guinée, Sénégal, Mauritanie
Tchad	200 000 km ²	Guinée, Sénégal, Gambie, Guinée Bissau
	2 500 000 km ²	Cameroun, Niger, Nigeria, RCA, Tchad

2.3. EXPLOITATION

L'exploitation actuelle des eaux souterraines au sud du Sahara est presque exclusivement destinée aux besoins humains. Les autres besoins industriels et agricoles sont encore relativement peu importants et leur part dans les volumes totaux peut paraître peu significative malgré la multiplication des industries.

Par ailleurs, l'adéquation entre les besoins à satisfaire et le volume d'eau exploitable est très souvent occultée dans les programmes de développement. Aussi la gestion des ressources qui en dépend connaît-elle toujours de fortes contraintes liées à l'insuffisance des dispositions réglementaires (décrets d'application devant d'une part, délimiter le domaine de chacun des

Tableau 3 : Exploitation actuelle des eaux souterraines au sud du Sahara

		Sénégal	Niger
Besoin	Ménage	1,103,106 m ³ /day	7107-0,107 m ³ /day
	Industrie	62,430 m ³ /day	2,107 m ³ /day
	Agriculture	5,331,106 m ³ /day	108 m ³ /day
Utilisation	Ménage	463,220 m ³ /day	25 L/h/day
	Industrie	52,020 m ³ /day	2,106 m ³ /day
	Agriculture	130,109 m ³ /day	5,108 m ³ /day
Taux de satisfaction	Ménage	51%	59%
	Industrie	40%	couvert
	Agriculture	42%	couvert

3. Etat de la recherche scientifique

La recherche scientifique dans le domaine des eaux souterraines n'est pas encore une priorité au niveau des gouvernements, qui s'attèlent beaucoup plus à l'équipement des villages en points d'eau.

Toutefois, malgré leur budget limité, et en association avec d'autres institutions de recherche du nord, les universités mènent des activités encourageantes pour une meilleure connaissance des aquifères. C'est dans ce sens que des travaux géophysiques (parfois liés à la recherche pétrolière), de piézométrie et de modélisation de certains aquifères sont menés notamment dans le bassin sénégalais.

Les piézomètres permettraient d'évaluer et/ou d'estimer l'apport du fleuve dans la réalimentation des aquifères du bassin sénégal-mauritanien. Malheureusement, depuis près de sept ans, le réseau Mauritanie n'a fait l'objet d'aucun suivi.

4. Contraintes d'exploitation

La priorité des gouvernements étant d'abord la desserte des populations en eau par rapport à une meilleure connaissance des systèmes d'eaux souterraines constitue déjà un handicap à la régulation des exploitations, qui demeurent une composante de l'étude des aquifères.

intervenants du secteur de l'eau, et d'autre part, favoriser une meilleure police de l'eau).

L'eau étant la base de tout développement socio-économique durable, cet élément doit être pris en compte par tous les programmes des autres secteurs (développement du cheptel à travers les zones de transhumance...). Au-delà de cet aspect législatif, l'une des contraintes majeures se situe d'une part, au niveau de la coordination entre les différents intervenants, et d'autre part, au niveau du manque de communication des données et des informations et leur harmonisation.

Les paramètres essentiels à collecter à travers la mise en place d'un réseau de surveillance sont :

- niveau stratégie - flux entrants,
- niveau dynamique - plus sortant,
- débits - qualité.

Or, il n'existe pas encore, même au niveau national et encore moins au niveau régional, une méthodologie commune de collecte de ces données pour pouvoir suivre un aquifère dans son ensemble.

5. Approche pour une meilleure connaissance des aquifères

L'approche déjà menée par l'OSS constitue la seule alternative dans un cadre sous-régional pour tendre vers une meilleure connaissance des aquifères.

L'espace OSS est constitué de deux zones : les pays situés au nord du Sahara et ceux situés au sud. Les pays du sud du Sahara comprennent quatre grands bassins hydrogéologiques. Après un atelier de mise en œuvre du projet, un document a synthétisé l'état des connaissances actuelles. Des ateliers spécifiques sont initiés pour chaque bassin aquifère. C'est dans ce cadre que s'est tenu, en juillet 1999, le premier atelier sur le bassin des Iullenden, suivi, en juillet dernier, par une session de formation sur la modélisation mathématique.

L'organisation de cette dynamique doit se poursuivre et bénéficier aux autres bassins, à savoir :

- le bassin sénégal-mauritanien,
- le bassin en Taoudenni,
- le bassin du Tchad.

Conclusion et recommandations

Les ressources en eau douce en Afrique ne présentent pas le même niveau de connaissances suivant que l'on se trouve dans sa partie septentrionale ou dans les pays du sud du Sahara, tant au niveau des aquifères généralisés que pour les nappes à comportement discontinu. L'enjeu n'est également pas le même dans les deux entités. En tout état de cause, des mesures doivent être menées en vue d'une meilleure connaissance de nos ressources en eau douce qui constituent déjà un facteur limitant et militant de toutes les actions de développement durable. C'est dans cette perspective que l'OSS a entrepris, depuis près d'une dizaine d'années, l'approche de la « Conscience bassin », basée essentiellement sur les capacités propres des États par la concertation et l'échange de données et d'informations, mais également par l'organisation de sessions de formations, d'ateliers et de séminaires.

18 Impact de la sécheresse sur la disponibilité des ressources en eau pour l'alimentation humaine : cas du nord-est de la Côte d'Ivoire

Kouadio Gbandama, directeur territorial de l'Hydraulique, Côte d'Ivoire

Introduction

CLIMAT

La Côte d'Ivoire est caractérisée par un climat de transition chaud et humide dans le sud et tropical sec dans le nord. Les caractères climatiques sont définis par la confluence de deux masses d'air de nature différente :

- l'alizé boréal, qui apporte du nord-est un air sec, chaud et souvent chargé de poussière ;
- la mousson d'origine australe, qui apporte avec elle de l'air chaud et humide.

En fonction de la permanence d'un flux unique ou de l'alternance saisonnière de ces deux flux aux caractères différents, on distingue quatre zones climatiques particulières (*Tableau 1*)

RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE

Le réseau hydrographique de la Côte d'Ivoire comprend quatre grands cours d'eau : le Bandama; la Comoé; le Sassandra et le Cavally. Tous ces cours d'eau s'écoulent du nord vers le sud pour se jeter dans la mer.

1. Nouvelle politique de gestion des ressources en eau en Côte d'Ivoire : Code de l'eau

La nouvelle politique de gestion des ressources en eau, qui est basée sur la gestion intégrée des ressources, est issue du constat d'une politique trop segmentée dans le secteur. En effet, les maux ci-après ont été identifiés comme handicaps à une gestion rationnelle des ressources en eau :

- la diversité des acteurs, la fragmentation des programmes et le manque de coordination et de concertation entraînant des conflits d'intérêts (le gouvernement a donné parallèlement à plusieurs ministères des attributions directes et indirectes dans l'administration, la tutelle et l'exploitation des activités relatives à l'aménagement, l'utilisation et la conservation des ressources en eau sans coordination) ;

Tableau 1 : Principales zones climatiques de la Côte d'Ivoire

	Nord-est	Centre	Sud	Ouest
Saison pluvieuse	juin à septembre (maximum en août)	avril à octobre (2 max. en juin et septembre mais pas bien isolés)	avril à juillet (grande saison) ; Septembre à novembre	avril à octobre (mieux arrosé à latitude égale)
Saison sèche	octobre à mai	novembre à mars	novembre à mars décembre à mars ; août (petite saison)	novembre à mars

- la non-responsabilisation des usagers face à la valeur économique de l'eau ;
- l'inexistence d'une police des eaux ;
- l'utilisation anarchique des ressources en eau ;
- la non-hiérarchisation des priorités du secteur due à la méconnaissance des besoins des différents secteurs (agriculture, adduction d'eau potable, industries, etc.) et des ressources mobilisables, le manque de consultation dans la prise de décisions ;
- la mauvaise connaissance de la ressource en eau ;
- la non-prise en compte de l'aspect environnemental : la dégradation de l'environnement nuit à la qualité de l'eau, ce qui entraîne une réduction des volumes mobilisables et aggrave la menace qui se profile à l'horizon, illustrée par les changements climatiques de ces dernières décennies, qui montrent une diminution des apports, et un accroissement des besoins pour soutenir le développement socio-économique du pays.

De plus, après deux décennies de mise en œuvre du Programme national de l'hydraulique, le secteur de l'hydraulique humaine se trouvait confronté à un déséquilibre financier car les différents fonds créés pour concourir au financement de certains secteurs tels que l'hydraulique humaine et l'assainissement n'ont pas pu jouer pleinement leur rôle (mobilisation insuffisante des ressources nationales, gestion inefficace des fonds, difficultés et tarification non optimale). Dans le domaine de l'hydraulique agricole, les structures de l'État qui étaient chargées de la mise en œuvre des programmes agricoles n'ont pu prendre en compte les grandes potentialités hydrauliques qu'offre le réseau hydrographique par le développement d'une véritable politique de mise en valeur des ressources en eau.

Suite à ces constats, l'État de Côte d'Ivoire a créé, en janvier 1996, un Haut commissariat d'hydraulique (HCH) chargé de définir une nouvelle politique de gestion des ressources en eau reposant, entre autres, sur :

- une réforme institutionnelle adéquate ;
- la primauté des bassins comme unités de gestion ;
- une nouvelle politique financière répondant aux contraintes actuelles ;
- l'orientation de toutes les actions vers la gestion intégrée des eaux ;
- une planification plus conséquente ;
- des approches sous-sectorielles viables, souples et réalistes ;
- une coopération sous-régionale et internationale accrue ;
- la formation.

Le premier résultat de cette institution a été l'élaboration de la loi n° 98-755 du 23 décembre 1998 portant création du Code de l'eau ; cette loi a été votée par l'As-

semblée nationale de Côte d'Ivoire en décembre 1998 et promulguée par le président de la République en 1999.

1.1. OBJECTIFS DU CODE DE L'EAU

Le Code de l'eau a pour objet une gestion intégrée des ressources en eau, des aménagements et ouvrages hydrauliques. Cette gestion vise à assurer :

- la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides ;
- la protection contre toute forme de pollution, la restauration des eaux de surface, des eaux souterraines et des eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales ;
- la protection, la mobilisation et la gestion des ressources en eau ;
- le développement et la protection des aménagements et ouvrages hydrauliques ;
- la planification cohérente de l'utilisation des ressources en eau tant à l'échelle du bassin versant hydrologique qu'à l'échelle nationale ;
- l'amélioration des conditions de vie des différents types de populations, dans le respect de l'équilibre avec le milieu ambiant ;
- les conditions d'une utilisation rationnelle et durable des ressources en eau pour les générations présentes et futures ;
- la mise en place d'un cadre institutionnel caractérisé par la redéfinition du rôle des intervenants ;
- la valorisation comme ressource économique ;
- la répartition de l'eau de manière à satisfaire ou à concilier, lors des différents usages, activités ou travaux, les exigences de :

- 1) l'alimentation en eau potable de la population,
- 2) la santé, de la salubrité publique, de la protection civile,
- 3) la conservation et du libre écoulement des eaux et de la protection contre les inondations,
- 4) l'agriculture, de la pêche et des cultures marines, de la pêche en eau douce, de l'industrie, de la production d'énergie, des transports, du tourisme, des loisirs et des sports nautiques ainsi que toutes les autres activités humaines légalement exercées.

1.2. DOMAINE D'APPLICATION DU CODE DE L'EAU

Le Code de l'eau détermine les principes fondamentaux applicables :

- au régime juridique des eaux, des aménagements et ouvrages hydrauliques ;
- au régime de protection des eaux, des aménagements et ouvrages hydrauliques ;
- à la gestion des eaux, des aménagements et ouvrages hydrauliques.

Il précise les règles générales :

- de préservation et de répartition des eaux ;
- de préservation, de qualité des aménagements et ouvrages hydrauliques ;
- d'utilisation harmonieuse des eaux sacrées ;
- de la police des eaux, des infractions et des sanctions.

Les eaux définies dans le Code de l'eau comprennent les eaux continentales et les eaux territoriales.

Il est à noter qu'à partir du Code de l'eau, un nouveau programme national d'hydraulique devait être élaboré, qui n'est pas encore disponible.

2. Sécheresse et disponibilité des ressources en eau pour l'alimentation humaine dans le Nord-Est de la Côte d'Ivoire

2.1 GÉNÉRALITÉS SUR LE NORD-EST

Climat

Le nord-est de la Côte d'Ivoire est caractérisé par un climat tropical sec avec une saison pluvieuse de juin à septembre et une saison sèche d'octobre à mai.

Pluviométrie

En année moyenne, les précipitations dans le nord-est sont d'environ 950 millimètres (les plus faibles précipitations de la Côte d'Ivoire). On est tenté de dire que cette région est bien arrosée par rapport à d'autres régions d'Afrique. Cela n'est qu'apparent car, depuis quelques années, elle subit les contrecoups d'un climat instable accentué par une désertification rampante, encore mal maîtrisée, conséquence des effets conjugués des méthodes culturales, des feux de brousse récurrents et du changement climatique global.

Réseau hydrographique

Le nord-est de la Côte d'Ivoire n'est pas traversé par de grands cours d'eau. La région est seulement bordée à l'ouest par la Comoé, l'un des quatre grands fleuves

du pays. Elle n'est desservie que par les effluents de ce fleuve et de la Volta Noire, effluents qui ne sont pas pérennes.

2.2. SYSTÈMES D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DES POPULATIONS

Hydraulique villageoise (HV)

Le secteur de l'hydraulique villageoise est du domaine de l'État représenté par la Direction de l'hydraulique (ministère des Infrastructures). Il consiste à mettre à la disposition des communautés villageoises des points d'eau modernes (puits ou forages) équipés de pompe à motricité humaine. Pour les critères, toute agglomération ayant une population supérieure à 100 habitants doit bénéficier d'un point d'eau. Il est ensuite réalisé un point d'eau par tranche supplémentaire de 400 habitants.

Hydraulique villageoise améliorée (HVA)

De nombreux villages, compte tenu de leur population relativement élevée, bénéficient de plusieurs points d'eau (3 à 5 ouvrages, voire plus). Dans ce cas, non seulement la gestion d'un si grand nombre d'ouvrages pose parfois des problèmes, malgré une bonne organisation mise en place par le village, mais aussi le coût d'un tel investissement est trop élevé au regard du niveau de service rendu à la population.

Ces villages, dont la population varie entre 1 000 et 4 000 habitants, ne peuvent pas raisonnablement bénéficier d'un réseau complet d'Adduction d'eau potable (AEP). Le coût élevé de ce système en est la cause essentielle, la rentabilité étant hypothétique.

Afin de répondre à la demande, du reste légitime, de ces villages, dotés la plupart du temps d'infrastructures communautaires favorisant leur développement, et afin de leur apporter un confort supplémentaire par rapport aux points d'eau équipés de pompes à motricité humaine, la Direction de l'hydraulique a initié et expérimenté un système très sommaire d'AEP dénommé « Hydraulique villageoise améliorée » (HVA). Un tel système s'adresse essentiellement aux villages bien organisés et bien structurés.

L'HVA est un système de réseau, intermédiaire entre le réseau complet d'AEP et le point d'eau équipé de

Tableau 2 : Exemple

Nombre d'habitants	Nombre d'ouvrages
100 à 400	1
400 à 800	2
800 à 1 200	3
1 200 à 1 600	4

pompe à motricité humaine. Ce système sera de plus en plus développé dans les futurs programmes.

Les systèmes HVA comprennent:

- un château d'eau ;
- un réseau sommaire ;
- un forage équipé d'une pompe immergée ;
- des points de puisage, qui sont de bonnes fontaines judicieusement réparties dans le village.

La gestion de ces installations est entièrement assurée par la communauté villageoise, assistée, pendant un certain temps, par la Direction de l'hydraulique.

Il est important d'insister ici sur le fait que seuls sont retenus les villages bien organisés et qui manifestent leur volonté à bénéficier d'un tel système, notamment par le paiement effectif d'une contribution financière à l'investissement de l'ordre de 20 %.

Hydraulique urbaine (HU)

Ce secteur s'intéresse essentiellement aux villes et villages équipés d'un système AEP complet. Il s'agit d'un service public concédé au secteur privé (la Société de distribution d'eau de Côte d'Ivoire - SODECI). Au niveau du contrat de concession, l'État, représenté par la Direction de l'hydraulique, assure le financement (maîtrise d'œuvre et d'ouvrage) des installations de départ tandis que la SODECI (concessionnaire) s'occupe de la gestion et de l'exploitation courantes.

2.3. IMPACT DE LA SÉCHERESSE SUR LES RESOURCES

Hydraulique villageoise

Dans la région du nord-est, on dénombre un total de 1 475 points d'eau (221 puits et 1 254 forges), dont 1 192 sont en bon état et 283 sont abandonnés pour diverses raisons (qualité de l'eau : 15 ; tarissement : 171 ; intermittence : 80). En fait, les ouvrages intermittents sont surtout des puits qui ne sont plus exploitables qu'en saison pluvieuse (ils tarissent complètement pendant la saison sèche). Nous constatons donc un taux de l'ordre de 17 % d'ouvrages abandonnés pour cause de sécheresse. Et le phénomène va en s'accroissant avec la désertification qui gagne du terrain dans cette zone de notre pays (effets conjugués des feux de brousse et de la baisse de la pluviométrie).

Pour lutter contre ce problème de tarissement des ouvrages, la Direction de l'hydraulique ne réalise plus de nouveaux puits depuis les années 80 ; nous sommes en train de les remplacer progressivement.

La profondeur moyenne d'un puits est de 20 mètres et la profondeur moyenne d'un forage est de 55 mètres.

Hydraulique villageoise améliorée

Pour le moment, nous n'avons que 3 localités dispo-

sant de ce système. Des équipements ont été réalisés en 1994 et 1995, mais, déjà, nous avons des problèmes au niveau des forages.

Hydraulique urbaine

Dans la région du nord-est, nous disposons de 13 centres de production d'eau potable qui permettent l'alimentation de 27 localités. Les sources d'eau brute de ces centres proviennent du forage. Sur les 13 centres de production, 6 ont des forages qui baissent de débit en saison sèche, baisses de débit occasionnant des déficits de production pouvant aller jusqu'au manque d'eau pour certaines localités. Il faut noter aussi que pour la plupart de ces 6 centres à problème, nous en sommes au deuxième ou troisième forages, les premiers ayant été abandonnés pour cause de tarissement.

Conclusion

Nous pouvons dire que, par rapport à certaines zones d'Afrique, la Côte d'Ivoire a dans l'ensemble une bonne pluviométrie. Mais quand nous considérons la région nord-est de notre pays, on constate un déficit pluviométrique qui agit sur les ressources en eau disponibles pour l'alimentation humaine. Pour nous qui avons en charge cette région, nous rencontrons d'énormes difficultés en saison sèche pour assurer correctement l'approvisionnement en eau des populations rurales comme urbaines.

19

Bilan de l'état de la préparation à la sécheresse et à l'atténuation de ses effets en Guinée-Bissau

M. Kaoussou Diombéra, chercheur en économie et politique forestières, direction générale Forêts et Chasse (DGFC/MAFC), Guinée-Bissau

Introduction

Compte tenu de ses conditions climatiques et, en particulier, de l'importance de la pluviométrie, la Guinée-Bissau n'est pas confrontée à un problème de désertification au sens strict du terme (contrairement à la Mauritanie, au Niger, au Burkina Faso ou encore au Sénégal). Cependant, elle est exposée à différents processus de dégradation de ses écosystèmes naturels qui affectent ses ressources agricoles, pastorales, halieutiques et forestières. En effet, si la désertification n'est pas à craindre (sauf dans certaines plages d'érosion de la région de Boé et dans les zones à forte densité de population), la vitesse avec laquelle les ressources naturelles productives se dégradent demeure alarmante. Elle est de nature à poser la question de la compatibilité de l'intensification de la production et de la conservation des richesses naturelles du pays.

Dans le cadre de cette communication, considérant les tenants et aboutissants de la Lutte contre la désertification (LCD ou CCD), il a été établi un bilan des actions entreprises (ou en cours) par les différents acteurs en rapport avec la CCD (État, ONG, secteur privé, projets et associations de base) et de leurs effets dans le pays.

Aussi, peu d'actions d'envergure ont été développées concrètement sur le terrain depuis la ratification de la Convention en mars 1995. La multiplicité des structures intervenant dans la gestion de l'environnement explique, pour une large part, le blocage du processus d'élaboration du Programme d'action national. En effet, on ne sait trop qui, de la Direction générale de l'Environnement ou du CONACILSS, est chargé de la coordination ou de la mise en œuvre de la convention.

Récemment, plusieurs plans directeurs ont été élaborés (et de nombreux séminaires tenus) avec l'appui d'organismes internationaux de coopération (PNUD, l'Union mondiale pour la nature [UICN], FAO, CE...); d'autres plans sont en cours de finalisation (tourisme, environnement, agriculture...) en plus de celui concernant la dégradation du milieu naturel établi en 1984

et révisé en 1988, et qui a culminé en 1992 en un rapport national de position, présenté au Sommet de la Terre à Rio.

1. Bilan des réalisations et des activités générales dans la lutte contre la désertification

En Guinée-Bissau, les populations ont toujours appliqué des formes élaborées d'utilisation des terres. Les principales activités des projets ou groupements associatifs (Initiative Cantanhêz, PASP, UICN, RADI/TESSITO...) impliqués dans la lutte contre la désertification sont : le reboisement, la protection de la végétation naturelle et de la régénération, les systèmes agro-forestiers et sylvo-pastoraux, l'aménagement des bassins versants, la création de parcs nationaux, etc. Celles-ci visent à soutenir les efforts du gouvernement dans la mise en œuvre d'actions concrètes en totale conformité avec les dispositions de l'Action 21 et de la Convention sur la désertification.

La « mise en place du cadre institutionnel et organisationnel nécessaire pour construire un véritable partenariat pour la coordination et le suivi du Programme d'action national » implique :

- une plus grande sensibilisation et une meilleure compréhension des dispositions et de l'esprit de la CCD au niveau national ;
- des visites sur le terrain pour information sur les activités programmés ;
- des séminaires ou réunions d'information avec les principaux groupes d'acteurs en insistant en particulier sur les groupes cibles les plus désavantagés.

Il existe donc en Guinée-Bissau une série d'activités qui ont été développées (d'autres étant en cours) et qui s'intègrent bien dans le Programme d'action national (à être élaboré) tel qu'il est prévu par la CCD.

2. Conservation des écosystèmes fragiles de la mangrove

Du point de vue environnemental, l'écosystème de la mangrove joue un rôle tampon très important et bénéfique pour l'espace côtier. En effet, en dehors de son rôle de protection des berges contre l'érosion côtière, la mangrove constitue un biotope très riche pour les lamantins, les espèces de poissons, crustacés et mollusques, auxquels elle fournit un habitat et une nourriture abondante.

En Guinée-Bissau, les fleuves et les rivières tributaires, les baies et les chenaux forment un réseau dense où l'influence de la marée peut se faire sentir jusqu'à 150 kilomètres à l'intérieur des terres. L'aire de distribution des mangroves en Guinée-Bissau serait de 2 484 km² pour 350 kilomètres de côtes, soit environ 6 % de la surface du pays (contre 8 % en 1976). Les défrichements pour la culture du riz dans la mangrove se sont accélérés, passant de 20 km²/an entre 1953 et 1976 à 38,3 km²/an entre 1976 et 1990. La culture du riz pluvial sur terres de mangrove, le « bolanha » est pratiquée par les Balantes depuis des siècles, mais, dans le nord de la Guinée-Bissau, plus de 50 % des parcelles ont été abandonnées. Dans plusieurs cas, ces champs abandonnés sont restés stériles à cause de l'hypersalinité et de l'acidification du sol. Toutefois, sur certaines zones, on observe une recolonisation lente à dominance d'*Avicennia germinans*.

3. Classement de l'Archipel des Bijagos au patrimoine mondial de l'Unesco

Depuis 1980, des réserves fauniques existent en Guinée-Bissau, qui protègent en principe les communautés animales. Les aires protégées prévues (domaine halieutique, faune, forêt dense sèche, forêt claire, mangrove...) sont proposées par des études de divers organismes. Vingt sites pourraient ainsi voir le jour : 6 monuments naturels, 5 réserves forestières, 2 réserves fauniques, 5 parcs nationaux, une réserve intégrale et une zone de conservation de la vallée de Corubal (zone d'exploitation contrôlée). Ces aires représentent plus ou moins 12 % du territoire national. La réserve de la biosphère englobant l'archipel des Bijagos a été classée au patrimoine mondial de l'UNESCO en 1995.

Sur le plan biologique, l'archipel des Bijagos jouit d'une grande productivité, qui s'explique principalement par sa localisation au point de contact de deux principaux courants marins côtiers et des estuaires du Rio Géba et du Rio Grande de Buba. Cet archipel est souvent considéré par les biologistes marins comme l'une des principales nurseries de la côte ouest-africaine

pour de nombreuses espèces halieutiques commerciales. L'archipel est également un lieu de migration important de nombreux oiseaux.

Des études très poussées ont été menées qui ont abouti à des propositions consistant à protéger, en les classant comme parcs nationaux, les aires naturelles suivantes :

- les mangroves du Rio Cacheu (540 km²),
- les îles Orango de l'archipel des Bijagos (680 km²),
- les lagunes de Cufada (990 km²),
- le massif forestier de Cantanhés (650 km²),
- les forêts claires de Dulombi (1 770 km²) où l'on trouve la plus grande diversité de vertébrés.

Ces superficies représentent 12 % du territoire national, au sein desquelles sont intégrés à peine 3 % d'îlots-refuges totalement protégés.

4. Création des parcs nationaux de Cacheu et des îles Orango

Les parcs nationaux jouent un rôle important dans la conservation des ressources génétiques et constituent donc un réservoir d'espèces pour la sélection de variétés utiles et résistant à la sécheresse.

Les deux aires protégées dans lesquelles l'UICN est aujourd'hui impliquée sont le parc naturel des mangroves de Cacheu, au nord du pays, et le parc national des îles Orango, dans l'archipel des Bijagos. Depuis plusieurs années, en partenariat avec plusieurs ONG et les autorités du pays, un processus de consultation des populations résidentes a été mis en place, qui a permis d'établir un zonage en accord avec les réalités économique, sociale, culturelle et écologique de chaque région. L'institutionnalisation de ces deux parcs nationaux a été approuvée en Conseil extraordinaire des ministres le 22 décembre 1997.

Le parc national de Cacheu est l'une des zones de mangroves les plus importantes du continent. Des populations d'hippopotames et des forêts sèches bien préservées y sont encore présentes ainsi que des particularités culturelles uniques, importantes pour l'ensemble sociologique du pays. De même, le parc national d'Orango fait partie de la réserve de la biosphère Bolama-Bijagos et représente, au sein de l'archipel, l'une des régions aux indices de biodiversité les plus élevés (zone de reproduction des poissons, des crevettes et de production du phytoplancton). On peut encore y trouver des populations importantes d'hippopotames, de crocodiles et de lamantins ainsi que des écosystèmes primaires, en particulier des systèmes dunaires et des forêts de mangroves.

Les aires protégées désignées ont également un rôle international important. Elles contribuent au réseau subsaharien de régions boisées, qui constituent un bouclier

contre les effets dévastateurs de baisse chronique de la pluviométrie en permettant l'évapotranspiration nécessaire au maintien de l'hygrométrie et la réalimentation de la nappe phréatique.

5. Protection des massifs forestiers de Cantanhêz

Le sud-ouest du pays abrite les derniers lambeaux de la forêt primaire subhumide. Cet environnement très particulier d'une diversité végétale et animale est, à terme, menacé de disparition sous la pression des agriculteurs résidents ou migrants. « Initiative Cantanhêz » est une activité menée dans le secteur de Cubucaré par trois ONG nationales (AD, Tinguena et Alternag) avec l'appui des Pays-Bas dans le cadre du programme de l'UICN. Cet ensemble d'ONG est parvenu à convaincre les anciens et les chefs traditionnels de classer une grande partie des forêts de leurs territoires. Ces forêts correspondent en fait aux zones traditionnellement sacrées ou *matus malgos*.

Pour consolider ce succès, il s'agit à présent d'appuyer les populations dans la mise en place d'activités agricoles alternatives qui vont pouvoir compenser le manque à gagner immédiat causé par le classement volontaire de zones à protéger et, ainsi, garantir leur pérennité. Initiative Cantanhêz a ainsi engagé une série d'activités dans les domaines de la pêche artisanale, de l'apiculture, de la communication sociale, de la réhabilitation des rizières de mangroves – abandonnées faute de main-d'œuvre au profit du riz sur brûlis, qui pose un danger pour la forêt du fait des défrichements.

6. Promotion des systèmes agroforestiers et du reboisement

Les conditions nécessaires à l'émergence de l'agroforesterie commencent à poindre : haies vives, brise-vent, cultures associées, arbres fruitiers ou à usages multiples, amélioration des jachères grâce à des arbres fixateurs d'azote atmosphérique, isolés ou en ligne ou encore en mini-parcelles. Aujourd'hui, l'intégration de l'arbre est axée sur la fruiticulture (et, depuis dix ans, principalement sur l'anacardier). On note aussi l'introduction d'espèces agro-sylvo-pastorales (*Acacia albida*, *Leucaena leucocephala*) dans les champs situés à proximité des villages, et de pare-feux et mise à feu précoce de la végétation naturelle.

Les paysans sont progressivement amenés à établir des bandes de végétation naturelle de 10 à 15 mètres de large entre des parcelles de culture de 80 à 100 mètres de large. Cela présente l'avantage de constituer des brise-vent naturels et immédiatement fonctionnels et permet

à la végétation naturelle de se reconstituer en cas d'abandon des champs par les paysans. L'agriculteur devenu agroforestier profitera des avantages biologiques (remontée des éléments minéraux entraînés en profondeur par les racines des arbres associés aux cultures, fixation symbiotique, activité plus importante de la faune édaphique conférant une meilleure structure au sol) et mécaniques (protection du sol contre les érosions, meilleure infiltration des pluies) qu'il aura initiés et favorisés.

Plus récemment, certains projets (PDRI, PASP...) ont introduit diverses espèces ou techniques ; depuis 1986, des plantations intercalaires à base de *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Calliandra calothyrsus*, *Acacia albida*... sont proposées. Les haies vives de *Jatropha curcas* ou de *Moringa oleifera* se répandent de plus en plus dans la zone 1. Autour de Bafata et Gabu, le PASP a introduit quelques espèces locales utiles (*Acacia albida*). Le projet Famandinga (petit élevage et arboriculture) a basé son action sur diverses espèces, notamment *Gliricidia sepium*. Des banques fourragères sont expérimentées.

Le reboisement est l'une des méthodes efficaces de remise en état des terres dégradées. En Guinée-Bissau, l'administration forestière a fait du mois de juillet « le mois de l'Arbre ». Le reboisement est pris en charge par les populations elles-mêmes, mais aussi par les groupements associatifs. Cependant, une lacune importante freine cette initiative : l'absence d'un centre national de semence, pourvoyeur de graines de bonne qualité, en quantité suffisante et dans les délais voulus.

7. Dynamique de plantation basée sur l'anacardier

Les plantations d'anacardiers se sont fortement développées ces dernières années pour des raisons d'appropriation foncière (occupation de l'espace), mais aussi parce qu'il s'agit d'une culture de rente. Ces plantations sont généralement effectuées après défriche en zone forestière. De leur côté, les plantations paysannes sont très souvent associées à la culture du riz pluvial pendant les deux ou trois premières années, suivies de culture de mil - sorgho l'année suivante. Le bois de défriche est le plus souvent utilisé comme bois de service, bois de feu et/ou transformé en charbon de bois.

Les superficies plantées en anacardiers (selon Vayssié et Camara, 1996) s'élèvent, en 1995, à 103 000 hectares au plan national ; 88 000 hectares, soit 85 %, appartiennent aux agriculteurs traditionnels, et 15 000 hectares, soit 15 %, aux agriculteurs modernes *ponteiros*. Pour l'ensemble du pays, 67 % des paysans traditionnels et 97 % des grandes fermes possèdent un ou plusieurs vergers d'anacardiers.

8. Développement de la foresterie communautaire participative

L'émergence, ces dix dernières années, de quelques ONG a contribué d'une certaine façon à appuyer les populations dans la gestion durable des ressources forestières. Dans la zone Nord, les ONG telles que RADI et ICAP développent des activités dans le domaine forestier en donnant une priorité aux opérations de reboisement, de protection et de conservation des forêts et en promouvant des campagnes de sensibilisation, d'animation et de vulgarisation agricole. Elles appuient aussi les paysans dans leur organisation en groupements. Au sud du pays, des actions ont été entreprises dans le cadre de l'Initiative Cantanhêz, où trois ONG nationales se sont réunies avec les populations et les autorités locales pour promouvoir des actions de sauvegarde des ultimes forêts primaires du pays sur une base communautaire.

Il existe certaines associations qui se dédient, à l'heure actuelle, à des activités de protection et de gestion des ressources forestières (Association Baransam de Cuntima/Farim et Tchurbric/Cacheu, Bachil/Cacheu...), à savoir :

- production de plantes dans les pépinières ;
- plantation dans les champs de jachère d'espèces locales fertilisantes (*Acacia albida*) ;
- lutte contre les feux de forêts à travers la construction de pare-feux, feux précoces, nettoyage des champs plantés et autour des villages ;
- formation des comités de protection de la nature.

La population rurale, en dehors des actions de conservation et de gestion des ressources forestières, participe parfois à l'exploitation de certains produits (charbon de bois, bois de chauffe, rôniers, fruits sauvages, plantes médicinales...).

9. Education environnementale

Palmeirinha : écrit dans un langage simple correspondant au niveau scolaire réel des élèves de 5^e et 6^e années d'école, ce journal aborde avec eux des sujets en rapport avec leur environnement immédiat. L'objectif de ce journal est d'éveiller la curiosité des jeunes, de leur montrer que tout a sa place dans la nature. *Palmeirinha* est distribué gratuitement, grâce à un appui financier de l'UICN, dans les établissements publics d'enseignement. Aujourd'hui, *Palmeirinha* est à son 11^e bulletin, avec un tirage trimestriel de 12 000 exemplaires. Le nombre de lecteurs s'est considérablement accru : 16 400 pour un réseau de 34 professeurs collaborateurs répartis dans 24 écoles.

La célébration du 17 Juin : cette date, Journée internationale de lutte contre la désertification, est commémorée chaque année par des activités diverses et est

souvent clôturée par la tenue d'une table ronde regroupant un certain nombre d'acteurs qui s'intéressent aux questions environnementales.

10. Diffusion de foyers améliorés

L'une des premières études des filières bois - énergie réalisée en 1982 (par Madon et Strasfogel) a abouti à deux projets, l'un sur la diffusion de foyers améliorés à bois et à charbon de bois, l'autre sur la formation de charbonniers à l'utilisation de techniques améliorées de carbonisation. Le premier projet fut mis en œuvre par l'Association bois de feu (ABF) et l'Association française des volontaires du progrès (AFVP) dans le cadre d'un financement du Fonds d'aide et de coopération (FAC). Ce projet est maintenant terminé, mais des équipes d'animation de l'INITA poursuivent quelques activités de sensibilisation et d'animation sur les foyers améliorés. La construction, puis la mini-diffusion des fourneaux améliorés a permis d'élaborer et de tester des types de foyers adaptés aux différents profils socio-énergétiques des habitants de Bissau et de Gabu, à savoir :

- foyer trois pierres amélioré en banco ;
- foyer métallique à bois ;
- foyer métallique à charbon de bois multi-marmite dit *sakkhanal* ;
- foyer céramique à bois et à charbon.

11. Promotion du gaz butane

La Guinée-Bissau devait participer au Programme régional de promotion du gaz butane (PRG) dans les États membres du CILSS (le Comité permanent Inter-états pour la lutte contre la sécheresse dans le Sahel), financé par le fonds européen de développement (FED). En 1989, si l'on en croit Marie-Jo Demante (1992), la consommation de gaz conditionné en bouteilles de 12 kg était de 600 tonnes ; l'objectif du programme était initialement de faire passer cette consommation à 1.200 tonnes en 1992. Aucun résultat concret n'a été obtenu.

La composante nationale du PRG n'a pas permis d'introduire sur le marché et de faire connaître des modèles de réchauds à gaz équipés de réservoirs de 3 ou 6 kg. Ces modèles, largement répandus dans certains pays du CILSS, notamment au Sénégal, sont *a priori* bien adaptés pour pénétrer les couches moyennes ou populaires. Cependant, la faiblesse du pouvoir d'achat des ménages constitue probablement un frein important à la percée du gaz. L'image du gaz est aussi victime de l'appréhension des ménages ; il est perçu comme dangereux dans tous les milieux socio-économiques. Enfin, les réseaux de distribution sont peu développés, restent limités en grande partie à la capitale et connaissent de fréquentes ruptures de stocks.

En somme, l'analyse des résultats de l'ensemble de ces activités fait ressortir certains succès, notamment en matière de foyers améliorés, de lutte anti-érosive, d'aménagement des forêts naturelles, de maîtrise de l'eau, mais aussi des insuccès, en particulier dans le cas du reboisement, de la surexploitation sélective des ressources arborées, de la réglementation contraignante, etc. Il est à noter que, si leur impact reste faible, quelques résultats louables demeurent cependant dans la LCD, notamment :

- la formation et l'encadrement technique des populations rurales ;
- l'amélioration de l'état des connaissances des ressources ;
- l'amélioration des infrastructures et des équipements ;
- la promotion de technologies nouvelles ;
- l'implication et la responsabilisation plus grandes des populations rurales...

Conclusion

Les plans du gouvernement incluent des mesures et des propositions de politique environnementale et de gestion des ressources naturelles, y compris forestières, ainsi que la formulation de projets prioritaires. Bien qu'ayant identifié les principaux problèmes et les solutions à apporter, ces différents plans ne reposent malheureusement pas sur une démarche et sur un processus participatif dynamiques et de partenariat actif de développement faisant appel à toutes les composantes de la société bissau-guinéenne.

En règle générale, le dispositif actuel de prévention et de lutte contre la désertification se fonde essentiellement sur les actions et de projets des groupements communautaires et associatifs et d'ONG, notamment en ce qui concerne la sensibilisation et la vulgarisation, le développement de systèmes agroforestiers et sylvo-pastoraux, la protection des bassins versants et les périmètres irrigués, la conservation des parcs et des aires protégés et les forêts communautaires.

Les différentes contraintes identifiées doivent être orientées à la fois vers la production et vers la protection et doivent exploiter sur une plus grande échelle les effets positifs de conservation du sol et de l'eau qui permettent de maintenir la stabilité environnementale. La mise en œuvre d'un plan de lutte contre la désertification demande un support institutionnel plus étoffé que celui qui existe actuellement et un renforcement de certains moyens d'action essentiels.

Pour des raisons physiques, économiques et sociales, les stratégies de développement doivent donc viser à promouvoir une « production totale » en encourageant d'abord l'intégration horizontale de la production (amé-

nagement agro-sylvo-pastoral), puis l'intégration verticale des produits de la terre dans la transformation et la commercialisation, afin de maximiser les investissements nécessaires.

C'est pourquoi il est utile de rappeler que la lutte contre la sécheresse et la désertification doit se faire principalement dans le cadre d'un programme global de mise en valeur rationnelle des ressources. C'est à travers des méthodes d'exploitation, à la fois performantes et restauratrices de la capacité productive de la ressource exploitée, que l'on assurera (mieux qu'à travers la mise en défense ou la récupération *a posteriori*) la capacité productive des sols, des prairies, des forêts et des *bolanhas* (riz de mangrove). Cette approche, retenue comme critère de base dans nos recommandations, s'intègre parfaitement dans les principes fondateurs du plan d'action de la convention elle-même, à savoir : l'exécution et la coordination des programmes d'action, la collecte d'information, l'analyse et l'échange, la recherche et le développement, le transfert et le développement des technologies, le renforcement des capacités, l'éducation et la sensibilisation de l'opinion, la mobilisation des ressources financières et la création de mécanismes financiers.

Dans cette perspective, les recommandations fondamentales que nous avons formulées s'articulent autour des principes suivants :

- favoriser l'intégration des divers systèmes de production, d'utilisation et de transformation dans un plan cohérent de gestion et d'aménagement participatif des terres ou terroirs villageois ;
- mettre au point des techniques et des méthodes de conservation des ressources qui conviennent aux besoins locaux, à l'aide d'enquêtes, d'études et de recherche appliquée ;
- formuler des politiques visant à renforcer l'administration chargée des forêts, l'éducation et la formation, l'information et la vulgarisation en matière de gestion des ressources naturelles en définissant une stratégie de financement.

Bibliographie

Anonyme (1997) : « Forêts, diversité biologique et conservation du patrimoine naturel : Fonction écologique et de protection des forêts. » Dans *Comptes rendus du X^e Congrès forestier mondial, Antalya, 13–22 oct. 1997*, pp. 297–302.

Bartolucci Ivan Jorge et Lapape Marie-Claire (1984) : *Plan national d'action pour lutter contre la dégradation du milieu naturel en Guinée-Bissau*. Rapport technique UNESCO-UNSO, diffusion restreinte, UNSO/DES/GBS/82/003, 129 pages + annexes.

DGFC/MDRA (1992) : *Plan directeur forestier national : Analyse de la situation, Programme d'action et stratégie; Politique forestière*. PAFT, nov. 1992, 108 pages.

Diombéra Kaoussou (1997) : *Systèmes de prévention et de gestion des crises alimentaires en Guinée-Bissau*, Consultation dans le cadre du projet CILSS/PREGEC, 46 pages.

Kamphuis Éric et Viviane S. Ralimanga (1997) : *Élaboration du Plan d'action environnementale de la Guinée-Bissau (PNAE)*. Rapport de mission d'identification. Mai 1997, 23 pages + annexes.

FAO (1997) : *Conservation des écosystèmes de mangroves en Afrique de l'Ouest*. Document de projet GCP/RAF/.../NET, pp 1–6

FAO (1994) : *Aspects fondamentaux des stratégies de développement durable dans les régions sèches*, 75 pages.

FAO (1992) : « Le rôle de la foresterie dans la lutte contre la désertification. » Dans *Cahier FAO/Conservation* N° 21, pp 1–75.

Madon Gérard (1996) : « Sous-secteur des combustibles ligneux: Diagnostic et Proposition. Appui au secteur de l'énergie. » Dans *SEED*, Août 1996, pp 3–13.

MDRA (1992) : *Pour un développement durable : Rapport national. Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, Rio de Janeiro, 1–12 juin 1992*.

MDRA (1996) : *Lettre de politique de développement agricole*, Août 1996, 47 pages.

Sonago Kalfa (1988) : *Plan national de lutte contre la dégradation du milieu naturel (programmes indicatifs d'action)*. Rapport provisoire, MDR et Pêches-CILSS, Oct. 1988, 48 pages + annexes.

UICN (1997) : *La conservation et l'utilisation durable des ressources naturelles de la zone côtière*. Bulletin d'information.

Vayssié J. et M. S. Camara (1996) : *La filière anacardier en Guinée-Bissau*. MDRA, Nov. 96, p 26.

Zuidberg L. et al. (1994): *L'étude de l'impact du projet bas-fonds sur la position des femmes dans le secteur de Cossé/Bafata (DHAS/SNV)*. Rapport de mission-brouillon, pp. 12–14.

20

Programme d'action sous-régional de lutte contre la désertification en Afrique de l'Ouest et au Tchad

Bertrand Zida, chef d'unité, appui aux stratégies politiques, gestion des ressources naturelles du Comité permanent Inter-états pour la lutte contre la sécheresse dans le Sahel (GRN-CILSS), Burkina Faso

Introduction

En Afrique, et particulièrement en Afrique de l'Ouest, la sécheresse et la désertification constituent des contraintes majeures au développement économique et social. Conscients de cette situation, les dirigeants et les peuples africains ont pris l'initiative de négocier avec la communauté internationale une Convention sur la lutte contre la désertification et les effets de la sécheresse. Ainsi, conformément aux décisions de la Conférence de Rio (1992), la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (CCD) dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique, a été adoptée le 17 juin 1994 à Paris et ouverte à la signature en octobre de la même année. Elle est entrée en vigueur le 26 décembre 1996. À la date du 2 mars 1998, tous les pays de l'Afrique de l'Ouest et le Tchad l'avaient ratifiée.

La Convention prévoit que les pays parties touchés se consultent et coopèrent pour élaborer des programmes d'action sous-régionaux en vue d'harmoniser, de compléter et de rendre plus efficaces les programmes nationaux (article 11 de la Convention).

Conformément à cette disposition, sous l'égide du Comité permanent Inter-états pour la lutte contre la sécheresse dans le Sahel (CILSS), les pays membres du CILSS et de la Communauté Economique Des Etats de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) prenaient la décision, en juillet 1995, à Dakar, de coopérer à l'élaboration et à la mise en œuvre d'un Programme d'action sous-régional (PASR) de lutte contre la désertification pour l'Afrique de l'Ouest et le Tchad. Les pays concernés sont : le Bénin, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, le Cap-Vert, la Gambie, le Ghana, la Guinée-Bissau, la Guinée (Conakry), le Libéria, le Mali, la Mauritanie, le Niger, le Nigeria, le Sénégal, la Sierra-Léone, le Togo et le Tchad.

Ce document du Programme d'action sous-régional (PASR) de lutte contre la désertification est le résultat de nombreuses rencontres et concertations ayant regroupé les représentants des acteurs concernés. Ces réunions se sont déroulées :

En décembre 1994, à Bamako : les experts de la sous-région ont cherché à définir la méthodologie d'élaboration du PASR la mieux adaptée à la sous-région et respectant les principes de participation et de partenariat ;

En juillet 1995, à Dakar : cette conférence sous-régionale a regroupé les points focaux nationaux de la CCD, les représentants des ONG et des OIG et les partenaires au développement. Cette réunion (étape importante dans le processus de préparation du PASR), a permis :

- 1) d'arrêter le cadre d'élaboration du PASR ainsi que les critères d'éligibilité des actions à retenir, et ;
- 2) de désigner le CILSS et la CEDEAO, conformément à l'article 10 de l'annexe «Afrique» de la Convention, comme centres de liaison chargés de piloter le processus d'élaboration et de mise en œuvre du PASR en Afrique de l'Ouest. Le CILSS a été choisi pour son expérience et ses compétences techniques en matière de lutte contre la désertification, et la CEDEAO pour son poids politique et sa couverture géographique plus large ;

En février 1996, à Lomé : les OIG, sur la base de l'alinéa 2 de l'article 10 de l'annexe «Afrique» de la Convention, se sont retrouvées pour convenir du rôle des parties prenantes au processus, selon le mandat et l'expérience de chaque institution ;

En juillet 1997, à Niamey : ce forum d'identification des priorités sous-régionales avait pour objectif de définir l'architecture du PASR, les domaines et les axes prioritaires d'intervention ainsi que les modalités de son exécution.

Suite à la réunion de Niamey, un Comité sous-régional de coordination (CSRC) a été mis en place. Ce comité s'est réuni à deux reprises :

En décembre 1997, à Accra : le CSRC a validé les textes devant régir le fonctionnement des organes de coordi-

nation et de pilotage du processus PASR, le budget de préparation du processus, les propositions d'organisation et de coordination des groupes thématiques, notamment le choix des chefs de file.

En septembre 1998, à Cotonou. Le CSRC a examiné l'avant-projet du PASR et a formulé les observations et recommandations pour sa finalisation.

En janvier et en mars 1998 à Ouagadougou ; se sont tenues la réunion des chefs de file des groupes thématiques et la réunion des groupes thématiques. Ces deux réunions ont permis aux différents groupes thématiques :

- 1) de s'entendre sur les modalités pratiques d'organisation de leurs activités ;
- 2) de procéder à une analyse approfondie et consensuelle de la situation dans chacun des domaines ;
- 3) de formuler des propositions d'action et de mesures communes à engager.

Le PASR est donc le fruit d'une réflexion longue et collective sur les enjeux et les défis ainsi que les priorités de la sous-région. Il constitue un cadre d'orientation, de référence, d'arbitrage et de mise en cohérence des actions de lutte contre la désertification et les effets néfastes de la sécheresse.

1. Objectifs et contenu du PASR

1.1. BUT ET OBJECTIFS DU PASR

Le but et les objectifs du PASR sont en étroite relation avec l'esprit de la Convention et visent l'atteinte de l'objectif global de la CCD, qui est de «*lutter contre la désertification et d'atténuer les effets de la sécheresse dans les pays touchés gravement par la sécheresse ou la désertification, en particulier en Afrique, cela grâce à des mesures efficaces à tous les niveaux, appuyées par des arrangements internationaux de coopération et de partenariat, dans le cadre d'une approche intégrée compatible avec le programme Action 21, en vue de contribuer à l'instauration d'un développement durable dans les zones arides*».

1.2. DOMAINES D'INTERVENTION PRIORITAIRES

Pour réaliser les objectifs du PASR, huit domaines d'interventions prioritaires ont été retenus :

- 1) la gestion durable des ressources hydrauliques partagées;
- 2) la gestion durable des ressources végétales et animales partagées et/ou transfrontalières ;
- 3) la coopération scientifique et technique ;
- 4) le développement et la gestion rationnelle des ressources énergétiques ;
- 5) la lutte contre les ennemis des cultures, des essences forestières et des animaux ;
- 6) l'alerte précoce et l'atténuation des effets de la sécheresse;
- 7) l'information, la formation, la communication ;

- 8) la coordination des régimes de commercialisation et la mise en place d'infrastructures communes.

Le choix de ces huit domaines est fondé sur l'analyse des causes, des manifestations et des effets de la désertification et sur l'examen des expériences et des atouts à valoriser, ainsi que des contraintes à lever.

1.3. PRINCIPES DIRECTEURS DU PASR

Les parties prenantes au PASR ont convenu des principes suivants pour guider leurs actions :

- garantir la participation de l'ensemble des acteurs, notamment les femmes et les jeunes, à l'élaboration et à la mise en œuvre du PASR ;
- assurer la solidarité, le partenariat et la coordination entre tous les acteurs de la LCD dans la sous-région, pour tirer un meilleur profit des faibles ressources consacrées à la LCD et induire des effets de levier, et rationaliser et renforcer les institutions concernées par la LCD et les effets de la sécheresse ;
- mettre en œuvre le PASR en s'appuyant prioritairement sur les ressources sous-régionales. L'aide et le soutien extérieurs doivent être considérés comme des appoints ;
- bâtir le PASR sur l'existant. L'exécution du PASR se fera plus efficacement au niveau d'institutions existantes bien ancrées dans leur contexte géographique et en tenant compte des projets et programmes en cours et en perspective. Les acteurs peuvent et doivent grandement y contribuer en intégrant et en intériorisant les concepts du PASR dans leurs propres programmes et projets ;
- faire du PASR un programme évolutif et itératif ;
- rechercher et assurer des synergies dans l'application des conventions de la génération de Rio et des autres conventions pertinentes de gestion de l'environnement ;
- renforcer la coopération avec les autres sous-régions et régions du monde.

2. Coordination et pilotage

Pour assurer la mise en œuvre et le suivi des activités du PASR, les acteurs se sont dotés de mécanismes de coordination à travers les principaux organes ci-après :

La Conférence des chefs d'États et de gouvernements de la CEDEAO, élargie au Tchad, qui est l'instance souveraine de décision et d'orientation du PASR. Ces réunions sont préparées par les ministres en charge des questions environnementales dans les pays de la CEDEAO et du CILSS ;

Le Forum sous-régional, qui réunit tous les trois ans les représentants de l'ensemble des catégories d'acteurs. Il évalue la mise en œuvre du PASR, propose les réformes nécessaires à son orientation et définit les grands axes des activités ;

Le Comité sous-régional de coordination (CSRC), qui est présidé par la CEDEAO et qui se réunit au moins une fois l'an et chaque fois que nécessaire. Composé des représentants des 17 pays parties au programme, des deux centres de liaison que sont le CILSS et la CEDEAO, des chefs de file thématiques, des principales organisations sous-régionales de la société civile et des représentants des partenaires au développement, il définit les priorités du PASR, arbitre les choix entre les actions et valide les divers documents et travaux ;

Le secrétariat technique du CSRC : placé sous l'autorité du CSRC, ce secrétariat est confié au CILSS. Il prépare les réunions du CSRC et du Forum, assure le suivi des actions du PASR et prépare leur évaluation.

Par ailleurs, des groupes thématiques ont été constitués à partir des huit domaines d'intervention prioritaires dont chacun est constitué par les acteurs sous-régionaux intervenant ou ayant des compétences pertinentes dans le domaine concerné. Ils sont à la fois un cadre de réflexion scientifique et technique et un espace de concertation et de coordination qui doit permettre d'identifier et de proposer des actions susceptibles de contribuer à la résolution des problèmes et des contraintes liés à leurs domaines respectifs.

3. Exécution, financement et suivi

À la phase d'exécution, le PASR jouera trois fonctions essentielles :

1. Influencer les politiques, stratégies et pratiques de lutte contre la désertification aux niveaux sous-régional et national : les orientations définies dans le PASR ainsi que les mécanismes de mise en œuvre (groupes thématiques CSRC, forums sous-régionaux) devront aider dans l'approfondissement des

concepts et de leur efficacité, et faciliter des échanges pour une meilleure fertilisation croisée en savoirs et savoir-faire entre acteurs et une amélioration continue des axes de stratégies et d'actions ;

2. Rationaliser les mécanismes sous-régionaux d'intervention (OIG, etc.) : il devrait être possible, à terme, de mettre en évidence les duplications et les convergences dans les interventions des OIG et des autres acteurs sous-régionaux et contribuer ainsi au développement des complémentarités et des synergies, ce qui déboucherait sur la mise en commun des objectifs et des ressources et sur la réduction raisonnée du nombre des OIG. Par ailleurs, sur la base des orientations définies par les acteurs et à la faveur des mécanismes de concertation, notamment, les groupes thématiques, les acteurs intervenant isolément dans des programmes d'intérêt transfrontalier peuvent s'accorder à conjuguer leurs efforts, à initier et à mettre en œuvre conjointement des actions de LCD ;
3. Compléter et renforcer les actions en cours grâce à l'identification et à la mise en œuvre de nouvelles actions à soumettre au mécanisme de financement sous-régional. Les actions à réaliser sont définies de façon concertée au fur et à mesure des priorités et des capacités des pays et des acteurs.

Pour que la mise en œuvre du PASR conduise aux résultats attendus au niveau des différents domaines prioritaires, il faudra une mobilisation importante de ressources, à la fois humaines et financières. À cet effet, un engagement effectif est attendu de la part de tous les acteurs (États, OIG, société civile, opérateurs privés...). Tous devraient apporter des contributions financières, techniques et matérielles à la mise en œuvre du PASR, notamment le financement du fonctionnement des organes et la mise en œuvre des actions prioritaires communes.

PASR

BUTS

Développer la coopération sous-régionale en matière de gestion rationnelle des ressources naturelles partagées et contribuer au développement durable des pays de l'Afrique de l'Ouest et du Tchad

OBJECTIFS STRATÉGIQUES DU PASR

- Assurer :
- la sécurité alimentaire ;
- la sécurité énergétique ;
- la durabilité et la qualité de la croissance économique.

OBJECTIFS OPÉRATIONNELS DU PASR

- Harmoniser, compléter et rendre plus efficaces les programmes d'action nationaux ;
- Définir et mettre en œuvre des stratégies sous-régionales à long terme pour lutter plus efficacement contre la désertification et atténuer les effets de la sécheresse ;
- Accompagner les acteurs de la sous-région dans leurs efforts de gestion des ressources partagées
- Réaliser des programmes conjoints arrêtés d'un commun accord, en partenariat entre acteurs.

21 L'éducation environnementale comme instrument de lutte contre la désertification pour un développement durable dans le bassin du lac Tchad

Dr Adoum Ngaba Waye, coordonnateur régional du Centre Régional d'Etude et de Formation Environnementale pour Lutter contre la Désertification (CREFELD), professeur à l'Institut Universitaire des Sciences Agronomiques et Environnementales de Sarh, Tchad

Introduction

L'humanité se trouve à un tournant crucial de son histoire. La misère, la faim, l'analphabétisme et les conflits meurtriers ne cessent de s'accroître. Les écosystèmes dont dépend notre survie alimentaire se dégradent de jour en jour, agrandissant de plus en plus les inégalités entre les riches et les pauvres.

Selon de récentes estimations de l'ONU, environ 150 millions de personnes (soit un tiers de la population du continent africain) seront contraintes d'abandonner leurs terres d'ici l'an 2015 pour émigrer vers des terres encore productives. Déjà, les déplacements des éleveurs nomades de la zone sahélienne vers la zone méridionale encore fertile occasionnent des conflits avec les agriculteurs.

Poser le problème de la lutte contre la désertification et de la gestion intégrée des ressources naturelles comme l'eau et la terre est loin d'être un hasard dans la région du bassin du lac Tchad. La recherche de solutions à cette question appelle une solidarité active de la part de tous les pays dans le contexte de la coopération Nord-Sud au regard de l'Action 21. C'est pour rechercher ensemble les perspectives de réponses que se tient ce séminaire.

De nombreux conflits profonds qui déstabilisent nos sociétés naissent des injustices économiques et sociales liées à une mauvaise répartition du patrimoine commun. Leur résolution passe nécessairement par l'élimination des abus dans la gestion de ressources communes que sont la nourriture, l'eau potable et l'espace, pour ne citer que les besoins vitaux. La satisfaction de ces besoins essentiels conduit à l'amélioration des niveaux de vie et à la protection des écosystèmes.

1. Le bassin tchadien

Situé au cœur de l'Afrique, le bassin tchadien se distingue en une entité géographique et une unité conventionnelle. Le bassin tchadien géographique englobe le Tchad (1 284 000 km²), le Nigeria (925 000 km²), la République Centrafricaine (623 000 km²) et le Cameroun (475 000 km²).

Les sécheresses persistantes des années 70 et 80 ont entraîné des modifications dramatiques de l'environnement du bassin du lac Tchad. L'assèchement du lac, l'avancée du désert et le déclin de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche, menacent le bien-être social et économique d'environ 9 millions d'habitants de cette région partagée entre trois zones climatiques : le Sahara désertique (nord du Niger et du Tchad), le Sahel et la savane.

La superficie du bassin hydrographique et celle du bassin conventionnel du lac Tchad sont respectivement de 25 000 km² et 427 300 km². La répartition du bassin conventionnel entre quatre des cinq États membres de la CBLT s'établit comme suit :

- Cameroun : 37 500 km²
- Niger : 121 500 km²
- Nigeria : 90 000 km²
- Tchad : 178 300 km²

La population du bassin conventionnel se répartit comme suit :

- Cameroun : 2 125 000
- Niger : 425 000
- Nigeria : 4 165 000
- Tchad : 1 785 000

La croissance démographique est de 2,6 % ; la densité a un taux très faible (0,1 habitant au km² dans la zone montagneuse de Mora, au Cameroun).

Avec un taux de croissance démographique de 2,6 %, la population du bassin conventionnel atteindrait 11 400 000 habitants en l'an 2000 : une population qui est composée pour 52 % de jeunes de moins de 20 ans.

Les principales activités socio-économiques du bassin du lac Tchad sont l'agriculture, l'élevage et la pêche (pour la plupart traditionnelles).

1.1. APERÇU SOCIO-ÉCONOMIQUE

Classé parmi les régions les moins avancées de l'Afrique, le bassin du lac Tchad est confronté depuis 1973 à

une crise des écosystèmes qui favorise des mouvements d'émigration massive. Sa population est rurale à environ 86 % et analphabète à près de 90 %. Elle croît au taux annuel moyen de 2,7 % avec une espérance de vie à la naissance de 52 ans environ et une densité de 34,6 habitants au kilomètre carré.

Nombre de zones rurales de la région sont encore des milieux défavorisés malgré les efforts consentis ces dernières années par les États pour assurer à toutes les couches de la population le minimum de bien-être social. Pour les acteurs de la coopération, est ainsi apparu la nécessité de soutenir les groupes d'initiative, comme les associations, dans les actions de développement en faveur du monde rural. Plusieurs études de faisabilité réalisées en faveur des projets de développement communautaire dans ces pays soulignent les besoins ressentis par les populations rurales.

Les objectifs principaux du Centre Régional d'Etude et de Formation Environnementale pour Lutter contre la Désertification (CREFELD) visent à créer une synergie fondée sur le renforcement des infrastructures socio-économiques et sur la formation en vue de favoriser un développement humain durable et réellement endogène.

Pour sa réalisation, le CREFELD s'appuie sur les organisations communautaires locales et sur les compétences techniques nationales pour faire en sorte que les infrastructures socio-économiques soient renforcées pour offrir un minimum de bien-être aux habitants et que les populations soient suffisamment responsabilisées et en mesure d'entreprendre d'autres actions de développement communautaire.

1.2. SITUATION DES FEMMES ET DES ENFANTS

Les femmes vivent dans un régime patriarcal. Celles qui vivent en milieu rural sont en majorité très pauvres ; elles ont un accès très limité aux moyens de production et n'ont aucune responsabilité dans la gestion du revenu de la famille, bien qu'elles participent remarquablement aux activités domestiques tout en subissant les importantes charges maternelles.

La situation des enfants est encore plus précaire : selon les enquêtes menées en 1992 dans la région, la malnutrition protéino-calorique (poids/taille) était de 39 % chez les nourrissons dont 1,6 % de malnutrition sévère, 42,7 % chez les enfants de 1 à 4 ans et 27 % chez les enfants de 5 à 10 ans. Quinze pour cent des enfants nés dans les maternités avaient un poids inférieur à 2,9 kg. Les mortalités infantiles (enfants de moins de 1 an) et juvéniles (enfants de 1 à 5 ans) sont très élevées.

1.3. ALPHABÉTISATION

L'analphabétisme frappe encore la majorité de la population malgré les efforts déployés pour lutter contre l'ignorance. Il fait également ressortir une nette prédominance de filles analphabètes parce que de nombreuses familles n'ont pas encore conscience du bien-fondé

de la scolarisation des filles, celles-ci étant considérées comme de futures épouses et mères n'ayant pas besoin de bénéficier d'instruction. Par ailleurs, il n'est pas rare qu'elles constituent des aides précieuses pour leurs mamans en raison de leurs multiples corvées domestiques ou qu'elles contribuent à l'amélioration du revenu familial par la pratique du petit commerce.

Les équipements des écoles sont insuffisants (matériel didactique, eau potable, latrines, système d'évacuation des ordures, boîte à pharmacie), ce qui affecte la qualité de l'enseignement et la santé des enfants.

Le taux de scolarisation est l'un des plus faibles du continent et renferme une double disparité :

- les zones urbaines – où les infrastructures scolaires sont concentrées – sont privilégiées par rapport aux zones rurales ;
- les garçons ont de meilleures chances que les filles.

1.4. ASPECTS ÉCONOMIQUES

L'économie est basée sur l'agriculture et l'élevage dont les productions sont affectées par les contraintes naturelles (irrégularité des pluies et leur mauvaise répartition, pauvreté des sols, rareté des espaces de pâturage) se conjuguent aux difficultés économiques – cherté des intrants, insuffisance des équipements, faiblesse des ressources financières et technologie peu développée pour handicaper la production devenue très précaire et dépendante de l'extérieur. Le taux de couverture des importations par les exportations reste toujours faible, même s'il s'améliore depuis ces dernières années.

1.5. ACCÈS AUX RESSOURCES NATURELLES

L'accès de la population à l'eau est limité dans certains villages en raison de l'insuffisance des puits d'eau et de leur mauvaise répartition, qui amène certaines femmes à parcourir 3 à 4 kilomètres et à attendre pendant 2 à 3 heures en file pour accéder à l'eau potable. Malgré tous les handicaps, le dynamisme de la population paysanne a été à l'origine de maintes actions collectives de développement à travers la création de groupements à vocation coopérative et à caractère mixte, donc composés d'hommes et de femmes. Les groupements vont de 30 ou 50 personnes au minimum à 100 au maximum et concernent des domaines d'activités variées : agriculture, artisanat, élevage, pêche, etc. L'artisanat (teinture, poterie, tissage, couture...) est développé dans le département. En outre, le bois reste la principale source d'énergie.

2. Programme d'activité

Le but primordial du programme est de tester la participation active des populations locales à travers un programme pilote réalisé par une unité d'opération de recherches pédagogiques destinée à explorer les appro-

ches novatrices en matière d'éducation environnementale non formelle au sein d'une population à prédominance rurale, en vue du maintien d'un environnement prospère et durable. Cela devra aboutir à la création d'un réseau de multiplicateurs issus de couches socioprofessionnelles diversifiées, aptes à identifier les facteurs qui provoquent des changements de comportement au sein de leurs communautés ou de leur lieux de travail.

Les multiplicateurs qui se distingueront par un réel engagement pour la défense de l'environnement seront sélectionnés pour un atelier de formation pédagogique environnementale, à l'issue de laquelle une attestation de participation leur sera délivrée.

Le programme de ce séminaire devra refléter un caractère interdisciplinaire et participatif. Des spécialistes agréés seront sollicités auprès des institutions expérimentées.

2.1. DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE

Il est nécessaire d'identifier les organisations et les initiatives œuvrant dans le domaine de la protection de l'environnement et de nommer les domaines, la nature et les moyens d'intervention des groupes cibles.

- Quels groupes luttent contre la désertification ? Lesquels planifient ou réalisent une campagne de reboisement ?
- Quelles essences végétales existent et dans quel but sont-elles cultivées (plantes à huile, anti-érosives, etc.) ?
- Quels sont les établissements locaux s'intéressant aux énergies régénératrices ?
- Quels sont les matériels didactiques (photographies, dessins, images, atlas, données pluviométriques, etc.) ?
- Quels sont les promoteurs économiques qui sponsorisent l'éducation environnementale ?
- Quel type de dialogue existe-t-il entre les diverses couches sociales sur le thème environnemental ?
- Quels sont les possibilités d'intégration de l'éducation environnementale dans la société

2.2. L'EAU

L'eau est une substance vitale. Les questions et les aspects à considérer ici sont les suivants :

- comment rendre l'eau disponible pour tous ?
- travail pratique avec les groupes cibles ;
- sensibilisation des autorités en faveur d'une politique équitable de l'eau.

2.3. LES SOURCES D'ÉNERGIE

Elles sont de différentes natures :

- combustibles (bois de chauffe, bouses de vache, pailles et tiges de mil, etc.) ;
- énergie conventionnelle (gaz, essence, pétrole, gasoil, électricité, etc.) ;
- énergie renouvelable (éolienne, solaire, biogaz...).

2.4. L'ORGANISATION DES ACTIVITÉS

AGROPASTORALES

Les aspects à prendre en considération sont :

- le surpâturage et ses conséquences ;
- l'intensification de la pêche et ses retombées ;
- la chasse et ses retombées sur la faune ;
- la cueillette de fruits sauvages et domestiques ;
- la dynamique agricole et ses diverses implications.

2.5. STRATÉGIE

Un Programme environnemental communautaire de lutte contre la désertification (PECLD) propose :

- la Formation des multiplicateurs (FM), qui sont chargés des Collectes et recherches des informations éducatives environnementales (CREE) à travers un Bulletin populaire d'éducation environnementale (BPEE) ;
- des Séances de films d'éducation environnementale (SFEE), des Séances d'excursions et de camps d'éducation environnementale (SECEE), des Visites guidées de formation et d'éducation environnementale (VGPEE).

Ce programme devra intégrer pratiques et théories grâce à la création des Groupes d'initiatives écologiques (GIE) entre personnes de même profession, village, quartier, cercle confessionnel, etc.

Des Groupes de travail de promoteurs d'éducation environnementale (GTPEE) seront mis en place à l'échelle communale pour suivre des Cellules d'apprentissage à la protection de l'environnement et ses ressources (CAPER).

2.6. ACTIVITÉS

Il s'agit de :

- séminaires périodiques de formation d'animateurs nature ;
- encadrement en pédagogie environnementale pour tous les niveaux ;
- promenades écologiques en plein air, au bord de l'eau, dans un zoo ;
- stages de courte durée d'initiation aux éléments préliminaires d'éducation environnementale aux éducatrices de la petite enfance ;
- sorties de formation expérimentale en éducation environnementale ;
- campements écologiques et de reboisement ;
- recyclages de connaissances fauniques et floristiques avec les botanistes traditionnels africains ;
- séances publiques de démonstration d'usage des cuisines solaires et du biogaz ;
- cours de formation Internet ou e-mail pour les enseignants ou les personnes intéressées ;
- conférences, débats, tables rondes, etc. sur l'éducation environnementale.

22

Les expériences du Tchad en matière de lutte contre la désertification

Moctar Diphane, assistant au bureau de coordination de la Convention sur la lutte contre la désertification, ministère de l'Environnement et de l'Eau

Introduction

Sécheresse et désertification sont devenues un tandem dans le vocabulaire courant. Au Tchad, il est normalement accepté que la sécheresse soit endémique avec la chronicité de ses effets, parmi lesquels la famine est le plus familier. Elle fait des victimes à la fois humaines et naturelles. La désertification est en fait une conséquence structurelle de la sécheresse. Elle touche et remet en cause les équilibres des écosystèmes, y compris des hydrosystèmes tels que celui du bassin du lac Tchad.

Si la sécheresse est attribuée au changement climatique avec une dégradation des écosystèmes, l'homme a aussi exacerbé ce phénomène naturel en provoquant ce que l'on pourrait appeler la formation des spirales de dégradations qui, en entraînant des conséquences néfastes, accélère la production des causes caractéristiques de la désertification. Les feux de brousse, le labour mécanique, la surexploitation des terres ou des pêcheries, l'assolement insuffisant, le surpâturage, les mauvaises techniques d'irrigation constituent la gamme de mauvaises pratiques qui renforcent la désertification à laquelle l'état de pauvreté, le bas niveau d'instruction et l'analphabétisme généralisé alliés au surnombre des populations contribuent à donner le coup de grâce. Ce qui fait dire que les contraintes majeures en matière de désertification sont plutôt d'ordre social et économique que d'ordre technique.

1. La sécheresse et la désertification

1.1 FACTEURS DE DÉGRADATION

Fragilité naturelle des écosystèmes

La continentalité

S'étendant du tropique du cancer, à 8° Nord, sur 1 760 kilomètres et du lac Tchad au Soudan sur 1 100 kilomètres, le Tchad est l'un des pays les plus continentaux du globe. La capitale, N'Djamena, est située à 1 000 kilomètres du golfe du Bénin, à 2 000 kilomètres de la Méditerranée, et à 2 500 kilomètres de la mer Rouge.

Cet éloignement des côtes maritimes se traduit par une quasi-absence de formations végétales denses. L'ensemble du territoire est sous l'influence d'un climat tropical sec avec une seule saison des pluies. La moitié nord du pays est désertique. À l'exception de l'extrême sud-ouest, le reste du territoire est occupé par des formations végétales ouvertes, peu boisées et dominées par des brousses à épineux. Ces savanes soudaniennes et sahéliennes sont des écosystèmes naturellement propices à la propagation des feux de brousse.

La proximité de l'anticyclone du Sahara

Au Tchad, les régimes des vents et des pluies sont conditionnés par les mouvements du Front intertropical (FIT) formé par la rencontre de l'air continental sec (harmattan) et l'air maritime humide (mousson). L'harmattan est centré sur l'anticyclone du Sahara, tandis que la mousson est envoyée par l'anticyclone de Sainte-Hélène situé dans le golfe de Guinée. La position du Tchad est plus rapprochée du premier anticyclone que du second. Les conséquences sont alors : une longue saison sèche pendant laquelle une masse d'air continental sec saharien, s'étendant sur la Libye et le Sahara, souffle sur une grande partie du pays (nord, centre et parfois même le sud). Les tempêtes de sable sont courantes. Il en résulte une augmentation du rythme et de l'intensité de l'ensablement et de l'érosion éolienne.

Une plus ou moins courte saison des pluies pendant laquelle le FIT passe sur le Tchad entraîne :

- au nord (zone saharienne) : vents de sables et pluies éphémères ;
- au centre (zone sahélienne) : pluies passagères et sporadiques et tornades ;
- au sud (zone soudanienne) : pluies fréquentes mais parfois orageuses.

Les facteurs socio-économiques

Les ressources naturelles sont fortement sollicitées par une population quasi rurale, d'où une accélération de

la dégradation de l'environnement. Les différents systèmes d'exploitation et d'utilisation des ressources naturelles sont étroitement dépendants des caractéristiques agroclimatiques. La zonalité très marquée du climat tchadien conduit à les distinguer. Il s'agit des systèmes de production saharien, sahélien et soudanien. Ces productions rurales sont caractérisées par une forte pression sur l'espace agricole avec une mise en jachère de plus en plus réduite entraînant une dégradation des sols.

Les systèmes de production en zone saharienne

Il s'agit d'un système agroforestier où les activités se concentrent essentiellement autour des *ouaddis* et des palmeraies. On y pratique la production de dattiers, une agriculture irriguée de subsistance, un élevage sédentaire des petits ruminants et un élevage camelin transhumant.

Les systèmes de production en zone sahélienne

Ce sont des systèmes diversifiés mais à dominante agrosylvo-pastorale. Les pratiques agricoles vont du type dunaire marginal, de l'agriculture irriguée traditionnelle de subsistance jusqu'à une agriculture plus viable extensive qui associe les oléagineux et les légumineuses. Les formations végétales sont arborées au sud et steppiques au nord. Elles permettent une exploitation forestière, essentiellement de produits ligneux pour la satisfaction des besoins énergétiques, et des sous-produits ligneux, en particulier la gomme arabique pour des spéculations marchandes. L'élevage y est de type transhumant.

Les systèmes de production en zone soudanienne

Les systèmes de production en zone soudanienne sont très diversifiés. La végétation est de type forêts claires et denses sèches ainsi que de savanes arborées à arbustives. On y associe l'élevage, les cultures de céréales, de légumineuses, d'oléagineux, de tubercules et de coton.

Démographie et mouvements des populations

La population tchadienne dans son ensemble, du fait de sa démographie et de ses mouvements migratoires, est à la fois cause et victime de la sécheresse et de la désertification. L'impact de la dégradation du climat sur les écosystèmes est en effet accentué par la pression d'une population en forte croissance démographique (2,5 % par an) sur l'environnement. Les dégradations sont dues aux surexploitations pour la satisfaction des besoins vivriers (impact des systèmes de production) et énergétiques (impacts des prélèvements en bois énergie).

Les mouvements migratoires qui se sont opérés sous l'effet conjugué de la guerre et de la sécheresse ont, par ailleurs, profondément modifié les équilibres socio-écologiques :

- les structures sociales de pasteurs sont perturbées ;
- l'installation et le passage d'éleveurs dans certaines zones

ont fait naître des tensions entre ceux-ci et les agriculteurs ;

- la reconversion de certains éleveurs en agriculteurs ne s'est pas faite sans problèmes sociaux (nouvelles terres agricoles).

1.2. BILAN DES EXPÉRIENCES EN MATIÈRE DE LUTTE CONTRE LA DÉSSERTIFICATION AU TCHAD

Les orientations politiques et stratégiques

À cause de l'instabilité politique et des affrontements subséquents qui ont sévi en même temps que sévissait la sécheresse, le Tchad n'a pas eu l'occasion, à l'instar des autres pays sahéliens, de mettre en œuvre une réelle stratégie de lutte contre la désertification. Bien que s'inscrivant dans le cadre général de la lutte contre la désertification, les actions entreprises avaient plutôt un caractère d'amélioration de l'environnement (ceinture verte de N'Djamena) ou de promotion des productions agricoles (*Acacia albida*, Karité) ou forestières (*Acacia senegal*). Dans tous les cas, elles étaient conduites par le service forestier, ou sous les auspices de ce dernier, et visaient essentiellement des objectifs sectoriels. En outre, ces actions étaient trop limitées dans le temps et dans l'espace pour avoir un impact significatif sur le processus de désertification et, dans bien des cas, elles n'ont pas complètement atteint leurs objectifs sectoriels.

Il apparaît donc nécessaire, pour lutter plus efficacement contre la désertification, de mettre en œuvre une stratégie conséquente, à la lumière de l'expérience accumulée et d'une analyse plus objective de la situation.

Cette stratégie devrait s'inspirer du canevas régional tracé par la stratégie de Nouakchott (CILSS, 1984) et devrait se traduire au niveau national par un Plan directeur de lutte contre la désertification (PDLCD) dont le but est d'analyser le processus de désertification, d'identifier les opportunités et les contraintes pour une lutte, de définir des orientations en rapport avec les options de développement, de dégager une stratégie et, enfin, de proposer un programme d'action. En un mot, il devra guider les actions à entreprendre, en vue d'une meilleure adéquation entre le problème de la désertification et les solutions à y apporter. C'est par conséquent dans ce cadre, et pour corriger les imperfections de la situation antérieure, que le gouvernement a élaboré et adopté en 1989 le PDLCD. Les orientations stratégiques de ce plan s'articulent autour des quatre grands axes suivants :

- le transfert des responsabilités de gestion des ressources naturelles aux communautés rurales : cette voie devra se traduire sur le plan juridique, notamment en ce qui concerne le droit foncier, par une réforme profonde sur l'approche centralisatrice des problèmes environnementaux par l'État. La consultation sectorielle de 1994 s'est ainsi prononcée sur une association des communautés rurales à la gestion des ressources

ces qu'elles exploitent, particulièrement à travers une décentralisation des responsabilités dans le cadre de la gestion des terroirs villageois ;

- la sensibilisation, l'information, la formation et la vulgarisation comme moyens principaux de la responsabilisation de la population ;
- la promotion de systèmes de production non consommateurs de ressources naturelles. Cela implique la sélection de zones et de types de ressources pour lesquelles le rapport coûts/avantages sera meilleur, tout en améliorant la connaissance et le suivi des ressources naturelles ;
- la mise en place d'un cadre institutionnel favorisant à la fois l'intersectorialité et l'intégration de développement rural/environnement. Dans ce cadre, la consultation s'est prononcée pour l'utilisation des structures et des projets existants plutôt que de structures spécifiques à l'environnement.

La philosophie du PDLCD repose donc sur la conviction qu'environnement et développement entretiennent une relation dynamique étant donné que le premier conditionne par ses effets externes le niveau des variables macro-économiques et le bien-être des populations. Cette corrélation a été mise en évidence lors de la Conférence de Rio de 1992 sur l'environnement et le développement à laquelle le Tchad a participé. Le gouvernement du Tchad y a signé la convention sur le changement climatique et celle relative à la biodiversité et a adopté l'Action 21. Le Tchad a, en outre, appuyé fermement l'élaboration et l'adoption de la Convention sur la désertification qu'il a ratifiée en août 1996.

Le cadre institutionnel, législatif et réglementaire

La Constitution du 31 mars 1996, acte juridique suprême et de référence, a exprimé la forte détermination du Tchad d'assurer la protection de l'environnement. Le Haut Comité national pour l'environnement a pour mission d'impulser, d'harmoniser et de veiller à la mise en œuvre des politiques et stratégies en matière d'environnement en vue d'un développement durable. Il a pour tâches spécifiques de :

- veiller à la mise en application effective des recommandations de la Conférence nationale souveraine concernant l'environnement et le développement ;
- veiller à la mise en application des recommandations et de l'Action 21 de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement de Rio en 1992 ;
- veiller à l'intégration effective de l'environnement et du développement et orienter les politiques de développement durable et veiller à leur mise en œuvre concrète ;
- opérer des arbitrages en cas d'options contradictoires entre priorités de développement et de protection de l'environnement ;

- définir des modalités de mise en place et de fonctionnement d'un Fonds national pour l'environnement (FNE) afin de promouvoir les opérations en faveur de l'environnement, notamment les actions de la lutte contre la désertification ;
- mobiliser les partenaires institutionnels et sociaux afin de promouvoir la protection et l'amélioration de l'environnement.

S'il existe une constante dans les textes du Tchad, c'est que bon nombre d'entre eux sont anciens si bien que leur application au regard de l'évolution sociopolitique pose problème. La réglementation relative à l'environnement est aujourd'hui, pour une large part, inadaptée, du fait de son caractère parcellaire et de son obsolescence.

Pour évoquer quelques expériences de lutte contre la désertification, un texte juridique s'était déjà efforcé de lutter contre ce fléau avant l'indépendance du Tchad. Par la suite, le gouvernement a pris un certain nombre de mesures telles que :

- la Semaine nationale de l'Arbre, instituée en 1972 ;
- l'adoption du Plan directeur de lutte contre la désertification, en 1989 ;
- la tenue d'une consultation sectorielle sur l'environnement et la lutte contre la désertification, en novembre 1994 ;
- la création du Haut Comité national pour l'environnement (HCNE), en 1995 ;
- l'adoption, la signature et la ratification de la CCD, respectivement en juin 1994, octobre 1994 et août 1996.

Pendant cette période, le gouvernement et ses partenaires ont initié et mis en œuvre plusieurs projets parmi lesquels :

- le Projet de développement de Gommerais, financé par le Fonds européen de développement (FED) ;
- le projet d'aménagement de la réserve sylvo-pastorale de Massaguet, financé par le FED ;
- le projet de développement des activités forestières, financé par le PNUD ;
- le projet foresterie rurale et aménagement des forêts pour la production du bois de feu, financé par les Pays-Bas ;
- le projet pilote pour la gestion des terroirs villageois, financé par les Pays-Bas ;
- le projet gestion des ressources naturelles, financé la CEE.

Parallèlement, les ONG ont également contribué par des projets spécifiques. Sans être exhaustif, on citera les initiatives suivantes : Secours Catholique pour le Développement (SECADEV); Africare ; World Vision ; le Bureau d'étude et de liaison d'action caritative et de développement (BELACD); Care International.

Malheureusement, les résultats atteints ne sont pas à la hauteur des espérances. C'est pourquoi la démarche préconisée par la CCD de responsabiliser les populations demeure une solution appropriée.

2. Etude de cas : La lutte contre l'ensablement au Kanem

Le phénomène de la désertification au Tchad touche à l'heure actuelle l'ensemble du territoire national. Toutefois, les zones les plus affectées se situent entre 12° et 22° de latitude Nord, et s'étendent globalement sur une superficie de 1 091 420 km² soit environ 85 % de la superficie totale du pays. La région intéressée par notre exposé est le Kanem, qui couvre une étendue de 115 000 km² et abrite une population de 279 925 habitants. Les causes de la désertification, dont l'ensablement est la manifestation la plus spectaculaire dans le Kanem, sont surtout d'origine anthropique, même si elles sont parfois amplifiées par d'autres facteurs naturels comme la sécheresse. À l'heure actuelle, l'ensablement touche 64 % de la superficie du territoire national et menace dangereusement la vie de plus de 14 % de la population du Tchad. L'ampleur du phénomène était telle que les moyens mobilisés par les populations seules ne suffisaient pas à protéger les infrastructures précieuses (villages habités, zones de cultures, pâturages, puits pastoraux). Il a fallu que le gouvernement et quelques organisations non gouvernementales se mobilisent pour sauver momentanément certains villages (Tarfey, Rig-Rig, Barra) et certains *ouadis* (Miou, Barkadroussou, Moto) en voie d'être engloutis par le sable. Un projet pilote (Projet de développement agro-sylvo-pastoral du Kanem) a réalisé des actions qui peuvent servir de référence pour les interventions futures à mener dans les zones arides et semi-arides menacées d'ensablement.

2.1. PROBLÉMATIQUE DE LA DÉSSERTIFICATION ET DE L'ENSABLEMENT AU KANEM

À l'instar des autres régions saharo-sahéliennes, le milieu naturel du Kanem a subi des dégradations résultant de longues périodes de sécheresse qui ont sévi dans le pays depuis la fin des années 60 et qui continuent de l'affecter. Cependant, les événements qu'a connus le pays pendant la même période (dont le Kanem) ont fortement contribué à la dégradation de ce milieu.

Les causes principales sont les suivantes : la sécheresse persistante (plusieurs années successives), le surpâturage, le piétinement du bétail, le déboisement et la coupe abusive du bois de feu évaluée à 250 000 tonnes en 1988 (Gaston), enfin, la culture dunaire rendant la surface des dunes nue et vulnérable au vent érosif.

Les conséquences actuelles de l'ensablement sont très impressionnantes dans leur étendue, leur généralisation et leur vitesse de progression. Tout le département du Kanem est ainsi entravé par le phénomène de l'ensablement, qui prend chaque jour davantage d'ampleur.

En effet, 219 villages, 324 *ouadis*, les points d'eau et les zones de pâturage sont de plus en plus gravement menacés par l'ensablement, à telle enseigne qu'il est

devenu un véritable facteur limitant de vie de la population du Kanem.

2.2. STRATÉGIE DE LUTTE CONTRE LA DÉSSERTIFICATION EN KANEM

La stratégie de lutte adoptée porte sur les axes suivants :

- la protection des sites menacés et la régénération des ressources écologiques ;
- l'amélioration des systèmes de production ;
- le renforcement des capacités institutionnelles ;
- l'élaboration d'un schéma national d'aménagement du territoire.

C'est dans le cadre de cette stratégie de lutte que le projet de développement agro-sylvo-pastoral mis en œuvre de 1993 à 1998 dans le Kanem a contribué à sauver du fléau de l'ensablement certains villages, *ouadis*, écoles ou dispensaires.

Les techniques de lutte utilisées sont la fixation mécanique et la fixation biologique.

Fixation mécanique : les palissades

La technique des palissades est un obstacle linéaire (palmes de dattier, brins de *Leptadenia*, branchages d'épineux, chaume de mil) interposé entre la source de sable et la zone menacée à protéger. Les accumulations de sable piégé aboutissent à la formation d'une dune artificielle qui devient à son tour un obstacle. La palissade placée à 200 ou 300 mètres du site à protéger est alors orientée perpendiculairement à la direction du vent dominant.

Pour remplir efficacement son rôle, la palissade doit répondre aux caractéristiques suivantes :

- la perméabilité, pour éviter que le vent ne s'y engouffre et abatte l'ouvrage. Le seul critère utilisé est la quantité des matériaux employée au mètre linéaire ; les normes utilisées sont de 20 à 25 palmes ou 4 à 6 brins de *Leptadenia* (par mètre) ;
- la hauteur, qui doit intégrer la répartition de la charge sableuse dans le flux éolien. La hauteur efficace doit être comprise entre 1,5 et 1,8 mètre ;
- la résistance : plus la hauteur de la palissade est grande, moins elle est résistante. La fouille pour installer la palissade doit aller jusqu'à 30 centimètres. Il est, de plus, nécessaire de nouer les éléments de la palissade entre eux à deux niveaux au moins afin qu'elle résiste au mieux.

la technique des palissades s'est avérée efficace car, au Kanem, on est en présence d'un vent unidirectionnel (N-E à S-O). Dans le cas contraire, c'est le quadrillage à mailles variables qu'il faut adopter. La palissade jouant son rôle finira par être ensevelie par le sable ; il faut songer à son rehaussement dès que le sable atteint 10 à 15 centimètres de bord supérieur.

Fixation biologique : la végétalisation

Après la stabilisation des sables par des opérations mécaniques, il est indispensable de fixer les dunes de manière définitive en provoquant leur recolonisation par la végétation. Le but essentiel recherché est de créer l'ambiance du passé, c'est-à-dire la reconquête des espaces nus et des dunes mouvantes en les couvrant d'une végétation aussi dense que possible.

Le choix des espèces forestières, graminéennes locales ou exotiques, pour la fixation biologique des dunes dépend avant tout de la capacité d'adaptation des espèces dans le milieu (aridité, structure des sols) et de la finalité du reboisement. Les espèces locales qui sont les mieux adaptées en regard du but recherché sont : *Acacia spp*, *Balanites aegyptiaca*, *Leptadenia pyrotechnica*, *Ziziphus mauritiana* et *Panicum turgidum*. Les espèces exotiques sont : *Prosopis chilensis*, *Prosopis juliflora*, *Parkinsonia aculeata* et *Cajanus cajan*.

Compte tenu de l'intensité de l'ensablement dans le Kanem, la fixation biologique des dunes vives n'est techniquement possible qu'avec des espèces végétales élevées en pépinière. La production des plantes implique, entre autres, la récolte des semences, le choix des sites, l'acquisition des intrants et la formation des pépiniéristes. Elle doit commencer dès janvier et doit s'arrêter en août. Les plantes à la sortie des pépinières doivent être vigoureuses, droites et mesurer 50 à 80 centimètres de haut. Les plants doivent être mis en terre à la mi-juillet ou dès que l'humidité du sol a atteint les 30 à 40 centimètres de profondeur, à une densité de 400 plants par hectare pour minimiser les coûts de l'opération, limiter la concurrence entre les plants et favoriser ainsi la régénération naturelle.

D'autres techniques ont été testées avec peu de succès ; il s'agit des semis directs sur dune préstabilisée qui ont donné un taux de germination et de survie très faible à cause de l'irrégularité des pluies et des divers prédateurs. Des mises en défens auraient donné de bons résultats (régénération naturelle) si elles avaient été respectées par les populations bénéficiaires.

Organisation des populations locales

L'expérience acquise au cours des six années a permis d'obtenir des résultats très encourageants. La méthodologie d'intervention (approche participative) est basée sur un engagement contractuel des populations locales avec le projet. La nature des relations droits et obligations et la méthode de travail sont consignés sur un contrat standard écrit définissant les formes et les modalités de l'engagement réciproque des deux partenaires. Le libre consentement des termes du contrat implique la responsabilité mutuelle des actions à conduire. Chaque collectivité désireuse de souscrire un contrat de protection de l'ensablement doit s'organiser en un groupement qui deviendra l'interlocuteur privilégié du

projet. Dans la réalité quotidienne, la femme joue un rôle fondamental dans l'organisation et le fonctionnement des activités sociales et productives. Toutefois, son statut socioculturel particulier limite généralement sa légitime intention de participer à la prise des décisions et à certains travaux au côté des hommes. Cependant, après de nombreuses campagnes de sensibilisation, dans de nombreuses situations, les femmes se retrouvent des interlocutrices de premier plan, tant pour les activités de production agricole que pour celles de réhabilitation des périmètres déboisés (pépinières, transport et confection des palissades, plantation et entretien des arbres, etc.).

2.3. IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES DE LA LUTTE CONTRE LA DÉSSERTIFICATION

Hormis les impacts écologiques et techniques immédiatement obtenus par le projet de développement agrosylvo-pastoral du Kanem (19 villages stabilisés, 42 *ouadis* protégés par des haies vives et des brise-vent et 71,5 hectares d'espaces nus et de dunes mouvantes remis en végétation), on peut citer à son actif des impacts socio-économiques. Ils concernent la récupération des terres agricoles et pastorales autrefois abandonnées aux dunes de sable au niveau des villages ou des *ouadis* et qui sont en train d'être exploitées. La petite faune (lièvres et autres rongeurs), très longtemps disparue du paysage, est revenue.

Tout cela reconstitue de manière substantielle les revenus des paysans. Occupés sur les chantiers de fixation des dunes, de nombreux paysans renoncent à la pratique de l'exode rural saisonnier vers les grands centres urbains (N'djamena, Moundou et Sarh) ou les pays voisins (Arabie Saoudite, Soudan, Libye, etc.).

Conclusion et recommandations

Les actions de lutte contre l'ensablement sont souvent exécutées au Kanem pour les cas d'urgence (Tarfey) ou à travers des projets aux échéances et aux moyens très limités. Elles portent pour l'essentiel sur les fronts dunaires et restent ponctuelles et très limitées en l'absence d'une approche globale intégrant l'ensemble de l'écosystème. Les études à mener doivent être orientées vers l'élaboration d'un plan national de lutte contre l'ensablement devant intégrer un schéma national d'aménagement du territoire, la conception des projets d'exécution par région (Lac, Batha et Kanem) basée sur une approche systématique et l'analyse de faisabilité économique des projets de lutte contre l'ensablement. La participation des populations aux actions de lutte contre l'ensablement doit être recherchée par tous les moyens (mesures incitatives et implication de l'auto-rité) pour leur adhésion totale.

23

La désertification au Tchad : cas des dégâts de l'érosion éolienne dans la région de Bokoro

Bouré Ouéyé Gaouna, chercheur en Agronomie, génétique et écophysologie, Institut tchadien de recherche agronomique pour le développement (ITRAD), Centre régional de recherche agronomique (CRRRA), Tchad

Introduction

L'érosion éolienne est un phénomène qui se manifeste avec une certaine ampleur dans des régions où soufflent des vents secs. Ces régions correspondent, pour la plupart, aux zones arides. Dans de telles zones, les sols, généralement meubles et secs, sont dépourvus de végétation pendant une assez grande partie de l'année. Les vents qui se manifestent sont suffisamment forts pour provoquer un déplacement des particules. Les prélèvements ainsi répétés par les vents sur les horizons superficiels peuvent aller jusqu'à modifier la texture de ces horizons, en enlevant les particules les plus fines et en ne laissant que les éléments les plus grossiers.

À partir d'une vitesse de l'ordre de 15 km/h, le vent enlève les particules de 0,1 mm de diamètre. Le déplacement de ces particules et de celles de diamètre compris entre 0,05 et 0,5 mm se fait généralement par saltation, alors que les particules de diamètre compris entre 0,5 et 2 mm se déplacent par reptation. Les sols les plus sensibles à l'érosion sont ceux à texture sableuse, caractérisés par une mauvaise stabilité structurale et cela, du fait de leur pauvreté en éléments fins et en matières organiques. Notons enfin que les animaux favorisent l'érosion éolienne par la pulvérisation mécanique à laquelle ils soumettent le sol avec leurs sabots, et par le broutage excessif des plantes ou résidus végétaux qui protègent le sol.

Bokoro, le site de notre étude, se trouve plus exactement à l'est de N'Djamena (latitude 12°20 N ; longitude 17°03 Est ; altitude 300 mètres) (Tableau 1). Les analyses physiques et chimiques des échantillons de sol montrent que Bokoro est caractérisé par des sols sensibles à l'érosion éolienne. De plus, Bokoro est, au Tchad, une zone d'élevage par excellence. Nous avons relevé, grâce au service météorologique de N'Djamena, le régime des vents de mars à juin en 1992 et en 1993 : les chiffres et les directions des vents observés rendent compte de leur violence et expliquent l'ampleur du phénomène de l'érosion éolienne dans cette partie du

Tchad. La vitesse des vents varie de 1,5 à 2 m/s. Généralement, c'est une assez longue période de sécheresse après le semis qui est néfaste pour l'agroproducteur ; mais, à Bokoro, ce sont les vents assez violents et chauds qui soufflent en juin et en juillet, après les premières pluies utiles et la levée du sorgho, qui causent le plus de dégâts (il faut cependant noter que cette levée est généralement bonne).

1. Objectifs

Cette étude menée sur deux ans et qui devrait encore se poursuivre pour trois ans, a pour but d'aider l'agroproducteur de Bokoro à contrôler, un tant soit peu, ce phénomène d'érosion éolienne – signe avant-coureur et conséquence de la désertification – et ses conséquences sur la production agricole et lui proposer des solutions facilement utilisables tenant compte des éléments de son environnement.

2. Matériels et méthode

Nous avons délimité cinq parcelles alignées suivant la direction S-O – N-O :

- une parcelle BW-3 : entourée de trois assises de brise-vent ; en allant de l'extérieur vers l'intérieur de la parcelle, on trouve les espèces suivantes : *Parkinsonia sp.*, *Prosopis joliflora* et *Prosopis joliflora* ;
- une parcelle BW-2 : entourée de deux lignes de *Prosopis joliflora* ;
- une parcelle BW-1 : entourée d'une ligne de *Prosopis joliflora* ;
- une parcelle BC : non entourée, cette parcelle reçoit immédiatement après le semis le traitement suivant : on dépose systématiquement autour du poquet une rangée de bouses de vache séchées et disposées en cercle, de sorte que les bouses servent d'écran protecteur au poquet contre les particules

chaudes (sable fin) déplacées par le vent (voir *Tableau 2*, ci-dessous) ;

- une parcelle T, témoin : travaillée suivant la méthode traditionnelle de la région (simple scarifiage et semis direct).

Toutes les parcelles sont de même dimension et chacune est divisée en trois sous-parcelles aux dimensions égales.

Ces sous-parcelles sont numérotées 1,2,3 et reçoivent les traitements suivants :

- 1) simple scarifiage suivi de semis direct ;
- 2) labour en billons avec semis sur les billons ;
- 3) labour en billons avec semis dans les sillons.

Le matériel végétal utilisé est une variété locale de sorgho *Kourtofan*. Le semis du sorgho est réalisé à la densité de 40 cm sur la ligne et 60 cm entre les lignes. La première année de semis, les plants des haies brise-vent sont plantés à des intervalles réguliers de 1 mètre, ne sont âgés que de 1 an et 8 mois et atteignent au maximum un mètre.

3. Résultats

Nous avons effectué les mesures suivantes : pourcentage de levée, pourcentage de levée de plants de sorgho morts par suite d'ensablement 15, 30 et 45 jours après la levée.

Ainsi on notera que :

- dans la parcelle BW-3 : 45 jours après la levée, seuls 39 %, 58 % et 28 % des plants respectivement dans les sous-parcelles 1, 2 et 3 ont échappé à l'action érosive du vent et ont atteint plus de 13 centimètres de hauteur avec en moyenne cinq feuilles ;
- dans la parcelle BW-2, 36 %, 53 % et 24 % de plants ont survécu 45 jours après la levée ;
- dans la parcelle BW-1, 31 %, 48 % et 21 % de plants sont vivants 45 jours après la levée ;
- dans la parcelle BC, 89 %, 78 % et 80 % de plants ont survécu 45 jours après la levée ;
- dans la parcelle T, 58 %, 32 % et 19 % de plants ont survécu 45 jours après la levée.

Tableau 1 : Pourcentage de levée des plants de sorgho. Note : La levée à 50 % a été observée au 4^e jour après le semis.

Section	BW-3	BW-2	BW-1	BC	T
1	80	79	74	89	82
2	68	84	86	78	79
3	83	91	89	90	69

*Tableau 2 : Taux de plants de sorgho local morts par suite d'ensablement. * j.a.l. = jours après levée*

	BW-3	BW-2	BW-1	BC	T
15 j.a.l.*					
1	53	61	65	11	3
2	31	31	44	21	65
3	61	73	74	19	78
30 j.a.l.*					
1	61	63	68	11	40
2	42	37	50	22	67
3	70	74	78	20	80
45 j.a.l.*					
1	61	64	69	11	42
2	42	37	52	22	68
3	72	76	79	20	81

Les différences entre la parcelle BC et les autres parcelles sont patentées et montrent ainsi l'effet très positif de la bouse de vache sur la préservation et la croissance des plants de sorgho. On a pu observer qu'en plus du caractère protecteur des bouses de vache déposées autour des poquets, il y a une conservation d'humidité très significative, même après plusieurs jours de sécheresse, dans la « loge » constituée par la bouse de vache et abritant la plantule de sorgho. De plus, les plantules de la parcelle BC ont au moins 2 à 4 centimètres de plus que les plantules des autres parcelles en hauteur.

Les deux années qui suivent cette étude nous permettront, après analyse des résultats, de dégager l'effet de la bouse de vache sur la croissance et donc sur le rendement en grains de cette variété de sorgho dans ces conditions de travail. Nous pourrions ainsi situer avec le plus de précisions possibles quel est le facteur modificateur qui agit le plus : le maintien de l'humidité, l'apport de la matière organique ou l'effet d'écran protecteur.

Nous avons en effet pensé qu'il fallait attendre au moins trois campagnes pour que l'analyse des résultats soit scientifiquement valable. Ceci se justifie d'autant plus qu'en deux ans, les plants des haies brise-vent ne sont pas suffisamment hauts pour influencer le développement des cultures en essai et avoir des effets sur les différents traitements. Nonobstant la faiblesse des valeurs statistiques de cette étude empêchant toute décision hâtive, il reste que la sécheresse qui sévit dans la région de Bokoro accélère énormément la dégradation de l'environnement.

En effet, si les pluies sont venues, force est de constater que celles qui tombent sont souvent très violentes et désagrègent les sols en surface et les sensibilisent ainsi à l'érosion éolienne. Ce phénomène est d'autant plus exacerbé que, depuis bientôt trois décennies, l'homme et son bétail ont fini par réduire à néant la végétation dans la région de Bokoro. Les quelques rares espèces qui existent sont celles caractéristiques d'un climat désertique : ainsi, il apparaît évident que l'érosion éolienne qui augmente chaque année de façon significative est due en grande partie à la diminution, voire à la disparition du couvert végétal.

S'il est vrai que la technique de protection des plantules par la bouse de vache semble constituer une solution très efficace et accessible aux producteurs de Bokoro, il n'en demeure pas moins vrai qu'elle ne saurait suffire à elle seule pour combattre durablement le phénomène de l'érosion éolienne.

Nous pensons qu'une lutte efficace passe forcément par la restauration de la flore dans toute la zone. Même si certaines espèces végétales développent une adaptation aux conditions d'aridité de la région (cas de xérophytiques), il est utile de noter que cette adaptation a ses limites et, au-delà d'un certain seuil, la plante

finira par se dessécher et par mourir. Les vents, assez forts, comme c'est le cas en certaines périodes de l'année dans la région de Bokoro, sont chargés de sable et constituent des agents redoutables de criblage des jeunes pousses qui, ne pouvant plus se développer de façon satisfaisante, disparaissent assez rapidement. C'est pourquoi la suite de notre travail devrait consister, si nous en avons les moyens, à combiner reboisement, création de haies vives et utilisation de bouses de vache.

Dans la solution de reboisement, nous pensons aux espèces tel que *Acacia senegal* et *Prosopis africana*. Nous nous proposons également de couvrir les terres restées incultes d'espèces herbacées tel que *Andropogon gayanus* et *A. amplexus* ; dans les bordures des bas-fonds, on pourra opérer une tentative de fixation du sol en utilisant le vétiver. Ce sont là quelques projets et hypothèses dans nos tentatives de recherche de solution au problème de l'érosion éolienne dans la région de Bokoro.

Conclusion

Cette étude nous a permis de vérifier les réalités suivantes :

- la création de « bocages » par des espèces forestières résistantes et/ou adaptées aux conditions de sécheresse et d'aridité est une chose possible et réalisable par les agriculteurs de la région ;
- l'utilisation de la bouse de vache est bénéfique: Elle apporte de la matière organique au sol autour de la plantule et l'humidité du sol est conservée dans le rayon immédiat de la plantule ;
- la plantule est protégée contre l'ensablement et les brûlures par des particules chaudes ;
- Il est possible de réhabiliter des terres dégradées à très dégradées en utilisant des moyens peu coûteux et disponibles.

Recommandations du séminaire

Plus de 50 participants venant de 14 pays d'Afrique, d'Asie et d'Europe, ainsi que des représentants des Nations Unies (FAO, UNCCD, UNESCO) et d'autres organisations intergouvernementales et régionales — le Comité permanent Inter-états pour la lutte contre la sécheresse dans le Sahel, (CILSS), l'Institut de l'Énergie et de l'Environnement de la Francophonie (IEPF), ISESCO, OSS se sont réunis à N'Djamena (Tchad) à l'occasion du « Séminaire international sur la lutte contre la désertification : Ressources en eau douce et réhabilitation des terres dégradées dans les zones arides » qui fut organisé par l'ISESCO et l'UNESCO en collaboration avec l'IEPF, l'OSS, l'UNCCD et l'IEF et le ministère de l'Éducation nationale du Tchad.

Dans le cadre de l'ordre du jour du séminaire, qui consistait en quatre sessions thématiques, les participants au séminaire ont exprimé les recommandations suivantes :

I. Session sur les Ressources en eau douce et la désertification

Considérant le sujet de la session sur les ressources en eau douce et la désertification, après une introduction au Programme hydrologique international (PHI) et une série d'études de cas de pays différents sur la gestion des ressources en eau, les participants au séminaire ont formulé les *recommandations suivantes* :

1. Les participants au séminaire ont relevé que la sixième phase du plan stratégique du Programme hydrologique international (PHI-VI, 2001–2007) contient plusieurs thèmes et domaines focaux qui ont une portée directe sur le sujet du séminaire ; ils ont également noté le fait qu'un appel général est lancé pour contribuer à la mise en œuvre de ce plan. La réunion recommande que tous les pays représentés au séminaire prennent contact avec leurs comités nationaux PHI/commissions nationales pour l'UNESCO respectifs afin de proposer des projets particuliers aux niveaux national, subrégional et régional dans la réalisation du PHI-VI, notamment dans les domaines suivants identifiés par le séminaire :
 - i. évaluation et gestion des ressources en eau dans les zones arides et semi-arides, avec un accent particulier sur les domaines focaux relatifs aux zones sèches, aux zones humides, aux zones montagneuses, aux zones côtières et petites îles ;
 - ii. l'eau et la société, y compris les aspects socio-économiques de l'eau ;
 - iii. les aquifères et eaux de surface transfrontaliers ;
 - iv. les bassins endorhéiques tels que le lac Tchad ;
 - v. l'éducation et la formation dans le secteur de l'eau.
2. Le séminaire a noté l'importance de la collecte des eaux de surface et s'est félicité des communications individuelles faites de la part des intervenants individuels et des organisations. Elle recommande par conséquent la création d'un réseau régional sur les techniques de collecte d'eau de surface avec l'aide des organisations appropriées telles que l'UNESCO, la FAO, l'ISESCO, l'UNCCD, l'IEF et autres organisations. Elle recommande par ailleurs d'élaborer et de disséminer des manuels d'utilisation et des CD-ROMs sur les pratiques et techniques de collecte des eaux de surface combinées à l'amélioration de la fertilité des sols par l'utilisation des matériaux locaux.
3. Le séminaire a également noté que l'un des problèmes cruciaux en Afrique est la détérioration des réseaux hydro-météorologiques. Le séminaire a vivement suggéré qu'une haute priorité soit accordée à la réhabilitation, à la création ainsi qu'au renforcement d'un minimum de réseaux hydro-météorologiques, dans la mesure où ils sont

d'une importance capitale à l'égard de toute planification nationale et gestion des faibles ressources en eau par le biais des ressources des pays ou des donateurs appropriés.

4. Le séminaire a noté que l'une des principales contraintes est le manque de disponibilité des fonds et de financement pour entreprendre et réaliser les différentes actions prioritaires dans le secteur de l'eau en Afrique, y compris ceux mentionnés ci-dessus. Il invite l'UNESCO, la FAO, l'ISESCO et l'IEF, en collaboration avec d'autres partenaires appropriés, à mobiliser des fonds extérieurs nécessaires auprès des pays et des organisations appropriés pour le financement de ces activités. Il invite également les organisations sous-régionales à renforcer leur coopération technique.

II. Session sur la dégradation des terres et leur réhabilitation

Considérant le sujet de la session sur la dégradation des terres et leur réhabilitation en référence au programme de l'UNESCO sur l'homme et la biosphère (MAB) et son réseau mondial de réserves de biosphère, et en *prenant note* d'une série d'exposés nationaux et de présentations d'études de cas concrets sur la réhabilitation des zones dégradées en régions sèches, les participants au séminaire *ont recommandé* :

AUX NIVEAUX RÉGIONAL ET SOUS-RÉGIONAL :

1. d'identifier des sites tests comme les réserves de biosphère, notamment les sites transfrontaliers, et d'autres sites gérés de manière similaire, qui serviraient à la conservation de l'environnement et à la recherche interdisciplinaire pour la réhabilitation des zones dégradées. Ces efforts de réhabilitation, en collaboration avec les acteurs locaux, pourraient générer de substantiels bénéfices pour la population locale dans les régions affectées par la désertification. Le programme MAB de l'UNESCO est particulièrement invité à aider à identifier de tels sites en collaboration avec d'autres partenaires intéressés ;
2. de renforcer la recherche et la collaboration scientifique entre les pays qui partagent le même genre de problèmes de dégradation des terres arides en utilisant des sites tests appropriés. En particulier, il faudra porter l'attention sur les dynamiques socio-économiques et écologiques dans les écosystèmes arides, en tant qu'information essentielle indispensable pour la restauration des sites dégradés ;
3. d'encourager la mise en place de mesures préventives à la dégradation de l'environnement, comme, par exemple :
 - i. la conservation des ressources naturelles dans les aires protégées, y compris les réserves de biosphère en tant que sites de référence pour l'évaluation de la structure naturelle, la composition et la dynamique des écosystèmes arides,
 - ii. l'établissement de systèmes d'alerte précoce et de surveillance environnementale basés sur des suivis périodiques relatifs à l'évolution des systèmes de production, à l'apparition et/ou la disparition des espèces indicatrices et aux fluctuations anormales de populations animales et végétales, etc.,
 - iii. la promotion et la vulgarisation des énergies renouvelables.
4. de promouvoir l'inventaire, la validation, la diffusion et l'application des connaissances traditionnelles/endogènes sur la gestion durable des zones arides et semi-arides et sur l'utilisation des ressources par l'implication des paysans, qui sont les gardiens des connaissances traditionnelles, ainsi qu'à travers les scientifiques et les étudiants. Les participants au séminaire et leurs institutions scientifiques, l'UNESCO, l'UNCCD et autres partenaires intéressés devraient s'engager dans des activités de collaboration sur les connaissances traditionnelles qui pourraient contribuer de manière significative à la lutte contre la désertification ;
5. d'encourager les pratiques adéquates d'utilisation des terres, comme la diversité des cultures, la rotation des cultures, la gestion pastorale... basées sur la recherche scientifique et technique. Ces pratiques de réhabilitation des terres devraient être diffusées en utilisant les technologies nouvelles de l'information et de la communication ;
6. de renforcer la collaboration, dans le domaine de la recherche et de la formation, entre les différentes organisations sous-régionales concernées par la lutte contre la désertification en Afrique : CILSS, la Communauté Economique Des Etats de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO), IGAD, UMA, SADC, etc., en partenariat avec l'UNESCO, la FAO, l'ISESCO, l'IEF et les autres organisations concernées.

AU NIVEAU NATIONAL :

7. que les institutions impliquées dans l'élaboration et la mise en place des programmes d'action nationaux (PAN) recherchent la collaboration et l'aide des agences des Nations unies et d'autres organisations intergouvernementales, telles que l'ISESCO, afin de bénéficier pleinement des programmes de recherche, de formation, d'éducation et de financement existants ;

8. que les pays proposent des sites dans les zones arides et semi-arides afin de considérer leur intégration à la liste des réserves de biosphère. Ils participent ainsi aux échanges, à la recherche, à la formation et à l'information aux niveaux régional et sous-régional ;
9. que les institutions nationales de recherche, les universités et les ONG promeuvent les approches interdisciplinaires pour mieux comprendre la dégradation des terres sèches et leur réhabilitation ;
10. que les résultats des recherches soient communiqués aux Organes nationaux de coordination (ONC) et valorisés au sein des PAN de lutte contre la désertification ;
11. que la recherche sur la dégradation des terres et leur réhabilitation réponde aux besoins locaux et soit centrée sur l'application pratique, dans l'optique d'assurer la sécurité alimentaire et la lutte contre la pauvreté nécessaires pour un développement durable.

III. Session sur les indicateurs d'impact et la ligne de suivi-évaluation sur la désertification dans le cadre de l'UNCCD

Après une communication introductive de l'OSS sur le suivi-évaluation et les indicateurs d'impact de la CCD, ainsi qu'une présentation des activités menées par le CILSS et certains pays en matière de mise en œuvre de la CDD et d'évaluation des ressources en eaux souterraines, les participants ont formulé les *recommandations* suivantes :

1. *Considérant* l'importance accordée par la CCD au suivi et à l'évaluation participative des programmes d'action de lutte contre la désertification ; *soulignant* la nécessité de renforcer les capacités nationales et sous-régionales en la matière ; *tenant compte* des travaux menés dans ce sens en Afrique du Nord et de l'Ouest par l'OSS, le CILSS et leurs partenaires, en application des résolutions pertinentes de la COP/CCD, le séminaire recommande que :
 - i. les travaux de soutien à la mise en place de systèmes nationaux de suivi-évaluation d'impact des programmes d'action de lutte contre la désertification soient étendus à d'autres pays de la région ;
 - ii. l'OSS et le CILSS fassent profiter d'autres pays des expériences acquises, notamment par l'élaboration de programmes de formation/renforcement des capacités nationales dans les différents volets et aspects du suivi-évaluation d'impact et de la maîtrise de l'information.
2. *Prenant en compte* les efforts déployés par le CILSS en matière d'éducation environnementale au profit de ses pays membres, la mise en place du Programme d'action sous-régional d'Afrique de l'Ouest en application de la CCD *recommande que* le CILSS élargisse son action dans ce domaine à tous les pays concernés par le Programme d'action sous-régional d'Afrique de l'Ouest, avec le soutien de l'UNESCO, de l'ISESCO, de l'IEPF et de l'IEF.
3. *Considérant* que l'eau est et demeure le facteur essentiel pour tout développement socio-économique durable, que les ressources en eaux souterraines constituent les seules ressources alternatives en cas de déficit pluviométrique, le caractère transfrontalier des aquifères des grands bassins, *prenant en compte* les travaux menés notamment par l'OSS pour la connaissance des aquifères des grands bassins, *recommande*
 - i. aux États de prendre davantage conscience de leur rôle primordial dans les études menées pour une meilleure connaissance des aquifères;
 - ii. aux institutions et partenaires de développement d'appuyer les actions menées en vue de poursuivre les études sur les autres bassins aquifères de la région africaine.

Principes d'actions

Les participants au séminaire se sont également mis d'accord sur les principes d'actions suivants :

1. capitaliser et synthétiser les acquis scientifiques et techniques par pays et par zones écologiques ou climatiques ;
2. promouvoir simultanément les recherches finalisées dans tous les domaines scientifiques et techniques d'intérêt pour la désertification ainsi que les actions et interventions concrètes de terrain fondées sur les acquis déjà capitalisés ;
3. favoriser l'approche holistique des problèmes liés ou causés par la désertification.
4. au plan national, les parties sont invitées à inclure la communauté scientifique dans leur délégation respective pour une participation plus active dans les travaux du Comité de la science et de la technologie de la CCD.

Les participants de ce séminaire souhaitent le suivi du présent séminaire de manière rotative tous les deux ans.

Liste des participants

MAHAMAT AHAMAT ABBAS
BP 1202 - N'djamena, Tchad
(235) 510365
s/c PNUD

M. AGUDZE Yawovi Elom
Consultant
Centre du patrimoine mondial
UNESCO
7, place Fontenoy
75352 Paris Cedex 07, France
(33-1) 45 68 55 70
(33-1) 45 68 14 19
e.wangari@unesco.org
elom.agudze@voila.fr

Pr AHMED Siddig Eisa
Professeur
Chaire de l'UNESCO
BP 1244 - Khartoum, Soudan
(249-11) 773838
(249-11) 784365
Siddigahmed@hotmail.com

M. ALAINAYE Djogronel
Hydrologue
MEE/DREM
BP 429 - N'djamena, Tchad
(235) 523043
(235) 526001
jalainaye@caramail.com

M. ABBAS MAHAMAT AMBADI
Directeur adjoint CPIT
BP 5140 - N'djamena, Tchad
(235) 519402

M. SINIKI B. ANGE
Informaticien
Ministère de l'Éducation nationale
BP.473 - N'djamena, Tchad
(235) 514512
(235) 514031 / 514862
Daplan@intnet.td

M. BANGOURA Sourakata
Fonctionnaire technique régional pour
les ressources en eau
Bureau régional de l'Organisation des Nations Unies
pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) pour
l'Afrique
BP 1628 - Accra, Ghana
(233-21) 7010930
(233-21) 7010930
Sourakata.bangoura@fao.org

Pr FACHO BALAM
Université de N'djamena
BP 845 - N'djamena, Tchad
(235) 515393
(235) 514610

FATOUMA ADOUM BARBI
Secrétaire au ministère de l'Éducation nationale
BP. 473 - N'djamena, Tchad

M. BRAHIMI Youssef
Conseiller
OSS (Observatoire du Sahara et du Sahel)
1, rue Miollis
75015 Paris, France
(33-1) 48 99 56 59
(33-1) 42 07 50 41
youssef.brahimi@free.fr

M. CAPO-CHICHI Jules Gontran
Direction de l'aménagement du territoire
(DAT/MEHU)
01 BP 3621 Cotonou, Bénin

Mme CELE Bongiwe
Expert consultante
Service des sciences hydrologiques
UNESCO
1, rue Miollis
75015 Paris, France
Tél : (33-1) 45 68 40 47
Fax : (33-1) 45 68 58 11
b.cele@unesco.org

M. CISSOKO Ahmed
Secrétariat exécutif
Convention des Nations unies sur la lutte contre
la désertification (UNCCD)
Haus Carstanjen
Martin Luther King Strasse 8
D-53153 Bonn, Germany
(49-228) 8152898/99
(49-228) 8152841/42
acissoko@unccd.de

M. LANCINÉ COULIBALY
Direction de l'Hydraulique,
Chef de service hydrologique
BP 423 - Bondoukou, Côte d'Ivoire
(225) 359 15330
(225) 359 15368

M. DIABATE Sory Ibrahim
Responsable de programme
l'Institut de l'Énergie et de l'Environnement de
la Francophonie, IEPF
56 Saint-Pierre, G1K 4A1 – Québec, Canada
(1-418) 692 5644
(1-418) 692 5727
s.diabate@iepf.org

M. DIAGANA Bassirou
Directeur adjoint
Direction de l'Hydraulique
BP 1111 - Nouakchott, Mauritanie
(222) 253007
(222) 291638
mbdiagana@yahoo.com

Dr AMADOU OURY DONGHOL DIALLO
Spécialiste de programme
ISESCO
Avenue Attine Hay Riad
BP 2275 - 10104 Rabat, Maroc
(212-37) 777459 / 772058
(212-37) 772433 / 715290
sciences@isesco.org.ma

M. DINGAMBEYE Dominique Destin
Ministère de l'Agriculture
BP 624 - N'djamena, Tchad
(235) 522898
(235) 522898
dat@sobiex.bj

M. DIPHANE Moctar
Bureau de coordination de l'UNCCD
Ministère de l'Environnement et de l'Eau
BP 447 MEE - N'Djaména, Tchad
(235) 523839
(235) 525032
(235) 530517

Mme DJARGOLLO née HANATOU
Ministère de l'Éducation nationale
Commission nationale pour l'UNESCO
BP 731 - N'djamena, Tchad
(235) 516079
(235) 514671

DJASSIRA Benoudjita
Commission Nationale pour l'UNESCO
BP. 731 - N'djamena, Tchad
(235) 516079
(235) 514671

Dr AHMED DORSOUMA
Consultant indépendant hydrologue et Génie rural
BP 4595 - N'djamena, Tchad

Mlle DUPUY Amélie
Consultante
UNESCO
1, rue Miollis
75015 Paris, France
(33-1) 45 68 58 30
(33-1) 45 68 41 73
a.dupuy@unesco.org

Pr DWAIRI Ibrahim M.
Chaire de l'UNESCO pour l'étude des déserts et de
la lutte contre la désertification
Université de Yarmouk
Irbid, Jordanie
(962) 2705 7088
(962) 2724 7983
i.dwairi@usanet

Dr Le FLOCH Édouard
CEFE/CNRS,
1919, route de Mende
F-34293 Montpellier Cedex 5, France
Tél : (33-4) 67 61 32 80
Fax : (33-4) 67 41 21 38
lefloch@cefe.cnrs-mop.fr

M. GAOUNA Bouré Ouéyé
Chercheur en Agronomie, génétique et écophysiologie
Institut tchadien de recherche agronomique pour le
développement (ITRAD)
Centre régional de recherche agronomique (CRRRA)
BP 5400 - N'djamena, Tchad
(235) 533364
(235) 533023

M. GBANDAMA Kouadio
Direction de l'Hydraulique DTH
BP 423 - Bondoukou, Côte d'Ivoire
(225) 359 15330
(225) 359 15368

M. GUIO MICHEL
Conseiller
Ministère de l'Environnement et de l'Eau
Ambassade de France
BP 898 - N'djamena, Tchad
(235) 523839
(235) 525026
mguidi.environm@intned.td

Dr HASSAN Bukar
Directeur assistant & NFP
Ministère fédéral de l'Environnement, UNCCD
BP 468 - Garki, Abuja, Nigeria
(234) 952 34119
(234) 941 38331
fexa@hyperia.com

M. KAOUSSOU Diombera
Directeur national
Direction générale Forêts et Chasse,
BP 71 ou 143 - Bissau, Guinée-Bissau
(245) 223041
(245) 221019
(245) 223040
dsf@sol.gtelecom.gw
FAO-GNB@field.fao.org

M. KHAN A. D.
Directeur adjoint
Conseil pakistanais de recherches en ressources
hydriques
HNO 5, Street N°17
Sector F-6/2 Islamabad, Pakistan
92 (51) 921 8939
92 (51) 921 8980
92 (51) 921 8984
perwr@comsats.isb.net.pk

Mme MACHINGAR Mariam
Direction Femme et Enfant
Ministère de l'Éducation nationale CNTU
BP 731 - N'djamena, Tchad
(235) 516079
(235) 514671

M. KODI MAHAMAT
Directeur général adjoint
Ministère de l'Éducation nationale
BP 473 - N'djamena, Tchad
(235) 514512
(235) 514862

M. MASUNGA Joseph M.
Coordinateur, Programme sciences
Commission nationale de l'UNESCO au Kenya
BP 72107 - Nairobi, Kenya
(254) 2213025
(257) 2213025

KADO MOGUENARA
Direction des Forêts
Ministère de l'Environnement et de l'Eau
BP 447 - N'djamena, Tchad
(235) 523839 / (235) 523839

M. MOHAMED Yousif Yagoub
Directeur
Administration de la gestion des terres
BP 1942 – Khartoum, Soudan
(249) 110059

Dr TAWFIQ ESADIG MOUA
Université des Sciences et Technologies
Centre de recherches scientifiques des Affaires
étrangères
BP 407 – Khartoum, Soudan
(249) 1177 5291

M. MOUSSA
Enseignant-Chercheur
Ministère de l'Enseignement supérieur
Université de N'djamena
BP 54 - N'djamena, Tchad
(235) 514444

M. NAAH Emmanuel
UNESCO
Hydrologue régional
BP 30592 – Nairobi, Kenya
(2541) 622351
e.naah@unesco.org

M. DJIBRINE NADENGAR
Chef de division
Direction de l'organisation pastorale, AAPH
BP 750 - Ministère de l'Élevage
N'djamena, Tchad
(235) 528754

M. NDIAYE Gora
Ingénieur hydrologue
Ministère de l'Énergie et de l'Hydraulique SGPPE
Ex-camp Lat Dior
BP 4021 Dakar, Sénégal
(221) 8229581
(221) 8222154
hydro@telecomplus.sn
ndiaye@telecomplus.sn

M. OUMAROU Dramé Hamadoun
Direction nationale de l'appui au monde rural
(DNAMR), chargé de programme LRV
BP 826 - Bamako, Mali
(223) 222887
(223) 222887

M. ABOUBAKAR OURDE
Bureau de coordination
UNCCD VNU
BP 447 - N'djamena, Tchad
(235) 523839
(235)525032

M. ROBLEH Youssouf Daher
Chef de la Section d'études et de suivi des projets
Service de l'agriculture et des forêts
BP 224 - Djibouti, République de Djibouti
(253) 355879
(253) 341496
mahl@intnet.dj

REMADJI Sidonie N.
Secrétaire à la Direction des projets Éducation
MEN
BP.743 - N'djamena, Tchad
(235) 516051

Dr SALIH Abdin
Secrétaire adjoint
Programme hydrologique international (PHI) de
l'UNESCO
1, rue Miollis
75015 Paris, France
(33-1) 45 68 58 11
(33-1) 45 68 39 98
a.salih@unesco.org

Dr SCHAAF Thomas
Spécialiste
Programme MAB de l'UNESCO
1, rue Miollis
75015 Paris, France
(33-1) 45 68 58 30 / (33-1) 45 68 40 65
t.schaaf@unesco.org

Dr WAYE Adoum Ngaba
Directeur
Coordonnateur régional du Centre Régional d'Etude
et de Formation Environnementale pour Lutter contre
la Désertification, CREFELD
Professeur à l'Institut Universitaire des Sciences
Agronomiques et Environnementales
BP 86 - Sarh, Tchad
(235) 681413
(235) 681446
crefeldsahr@yahoo.fr
crefeld@intnet.td

YASSIR TIDJANI
ISESCO
N'djamena, Tchad
(235) 519403

M. ABDERAMAN ISSA YOUSOUF
Ministère de l'Éducation nationale (CNTU)
BP 731 - N'djamena, Tchad
(235) 514512
(235) 516079

M. ZIDA Bertrand
Chef d'unité
Appui aux stratégies politiques
gestion des ressources naturelles du Comité
permanent Inter-états pour la lutte contre
la sécheresse dans le Sahel, GRN/CILSS
BP 7049 – Ouagadougou, Burkina Faso
(226) 307118
(226) 306251
paspccd@fasonet.bf

Liste des acronymes

AEP	<i>Adduction d'eau potable</i>	CSRC	<i>Comité sous-régional de coordination</i>
AFVP	<i>Association française des volontaires du progrès</i>	CST-CCD	<i>Comité des sciences et des technologies de l'UNCCD</i>
AZAP	<i>Arid Zone Afforestation Project — Nigeria</i>	DERBAC	<i>Projet de développement rural de la Basse Casamance — Sénégal</i>
BRAAF	<i>Réserves de biosphère pour la conservation de la biodiversité et le développement durable en Afrique anglophone — projet de l'UNESCO</i>	DIEPA	<i>Décennie internationale de l'eau potable et l'assainissement (1981–1989)</i>
CCD	voir UNCCD	EIE	<i>Étude d'impact environnemental</i>
CCE	<i>Commission de coopération environnementale</i>	ETP	<i>évapotranspiration</i>
CDB	<i>Convention sur la diversité biologique</i>	FAO	<i>Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organization)</i>
CEDEAO	<i>Communauté économique des Etats de l'Afrique de l'Ouest</i>	FED	<i>Fonds européen de développement</i>
CEE	<i>Communauté économique européenne</i>	FIDA	<i>Fonds international de développement agricole</i>
CEN	<i>Commission à l'énergie du Nigeria</i>	FIE	<i>Fondation internationale pour l'Énergie</i>
CIEH	<i>Comité interafricain d'études hydrauliques</i>	HVA	<i>Hydraulique villageoise améliorée</i>
CILSS	<i>Comité permanent Inter-états pour la lutte contre la sécheresse dans le Sahel</i>	IEPF	<i>Institut de l'énergie et de l'environnement de la francophonie</i>
CNUED	<i>Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (tenue à Rio de Janeiro, Brésil, en 1992)</i>	IGAD	<i>Autorité intergouvernementale pour le développement</i>
COI	<i>Commission océanique internationale</i>	IRD	<i>Institut de recherche pour le développement</i>
CONACILSS	<i>Comité national du Comité permanent Inter-états pour la lutte contre la sécheresse dans le Sahel</i>	ISERST	<i>Institut supérieur d'études et de recherches scientifiques et techniques</i>
COP	<i>Conférence des Parties</i>	ISESCO	<i>Organisation islamique pour l'Éducation, les Sciences et la Culture</i>
CREFELD	<i>Centre régional d'étude et de formation environnementale pour lutter contre la désertification</i>	ISRA	<i>Institut sénégalais de recherche agronomique</i>
CSI	<i>Projet de l'UNESCO des régions côtières et des petites îles (Coastal and Small Islands Project).</i>	KSACDP	<i>Projet de développement communautaire et agricole de l'État de Katsina — Nigeria (Katsina State Agricultural and Community Development Project)</i>
		MAB	<i>Programme sur l'homme et la biosphère — UNESCO (Man and the Biosphere Programme)</i>

MOST	Gestion des transformations sociales (<i>Management of Social Transformation</i>)	RBDA	River Basin Development Authority — <i>Nigeria</i>
NEAZDP	Programme de développement de la zone aride du nord-est — <i>Nigeria (Northeast Arid Zone Development Programme)</i>	SADC	Communauté pour le développement de l’Afrique australe
OCI	Organisation de la Conférence islamique	SECADEV	Secours Catholique pour le développement
OMS	Organisation mondiale de la santé	SEPP	Programme de protection de l’environnement de Sokoto — <i>Nigeria (Sokoto Environmental Protection Programme)</i>
ONC	Organe national de coordination	SIE	Systèmes d’information environnementale
ONG	organisation non-gouvernementale	SIG	Systèmes d’information géographique
ORSTOM	Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (<i>actuel l’Institut de recherche pour le développement, IRD</i>)	SODECI	Société de distribution d’eau de Côte d’Ivoire
OSS	Observatoire du Sahel et du Sahara	UICN	Union mondiale pour la nature (<i>originellement l’union internationale pour la conservation de la nature</i>)
PAN	Programme d’action national	UMA	l’Union du Maghreb Arabe
PASR	Programme d’action sous-régional	UNCCD	Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (<i>United Nations Convention to Combat Desertification</i>)
PDLCD	Plan directeur de lutte contre la désertification	UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l’Éducation, la Science et la Culture (<i>United Nations Educational, Cultural and Scientific Organization</i>)
PHI	Programme hydrologique international	WHYCOS	Système mondial d’observation du cycle hydrologique
PICG	Programme international de corrélation géologique		
PIDAC	Projet intégré de développement de la Casamance — <i>Senegal</i>		
PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement		
PNUE	Programme des Nations Unies pour l’environnement		
PRG	Programme régional de promotion du gaz butane		
PRIMOCA	Projet de développement rural intégré de la Moyenne Casamance — <i>Senegal</i>		
PRODULAS	Programme de lutte anti-sel — <i>Senegal</i>		
PROGES	Projet de gestion des eaux du sud — <i>Senegal</i>		
PRS	Projet rizicole de Sédhiou — <i>Senegal</i>		

UNESCO
Division des Sciences Ecologiques
1, rue Miollis
75352 Paris 07 SP, France

fax : (33-1) 45 68 58 04
site web : <http://www.unesco.org/mab>